

Dionex双三元液相色谱技术及其典型应用

张丽娟

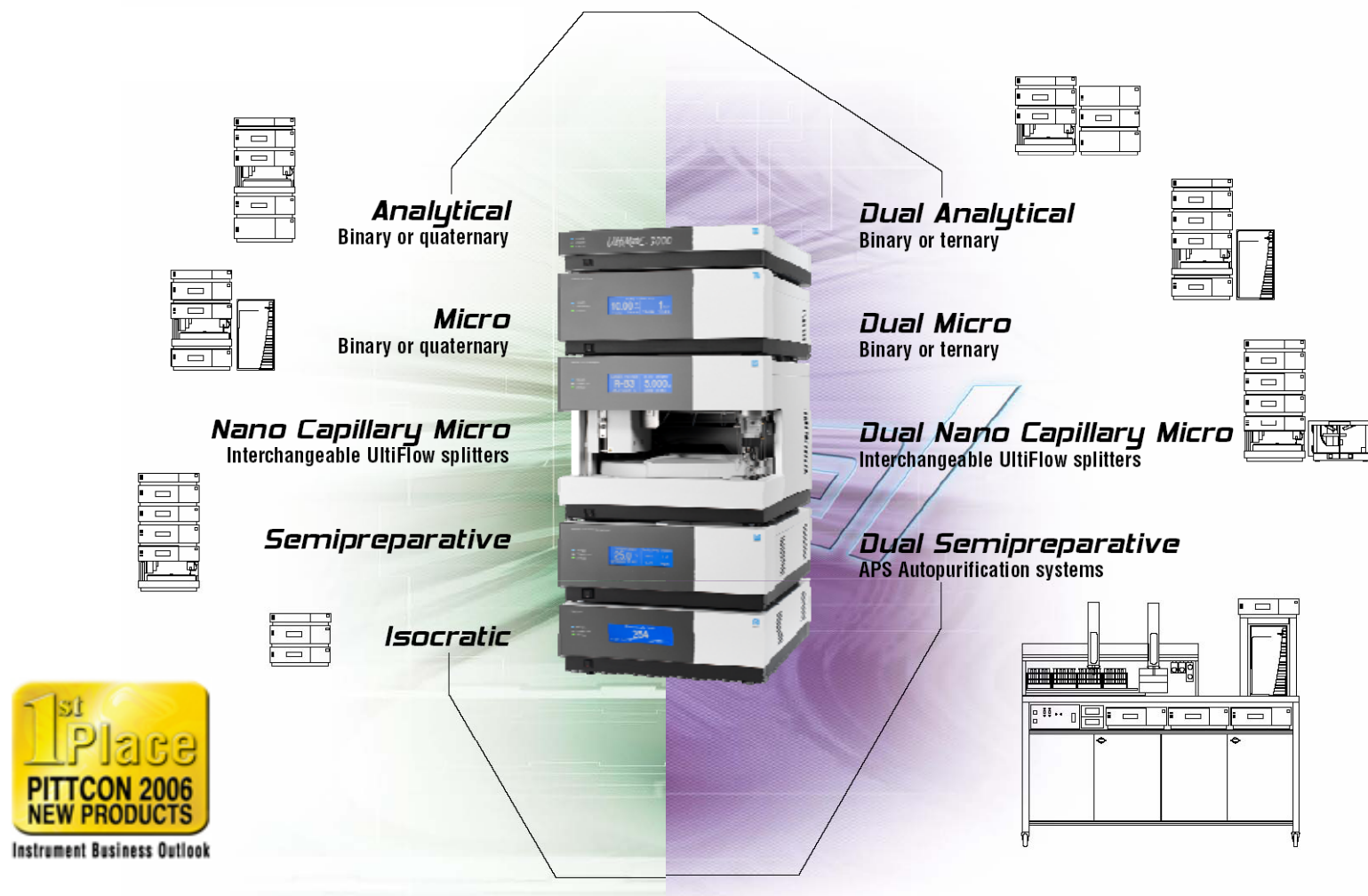
2011年

戴安公司液相色谱仪的特点

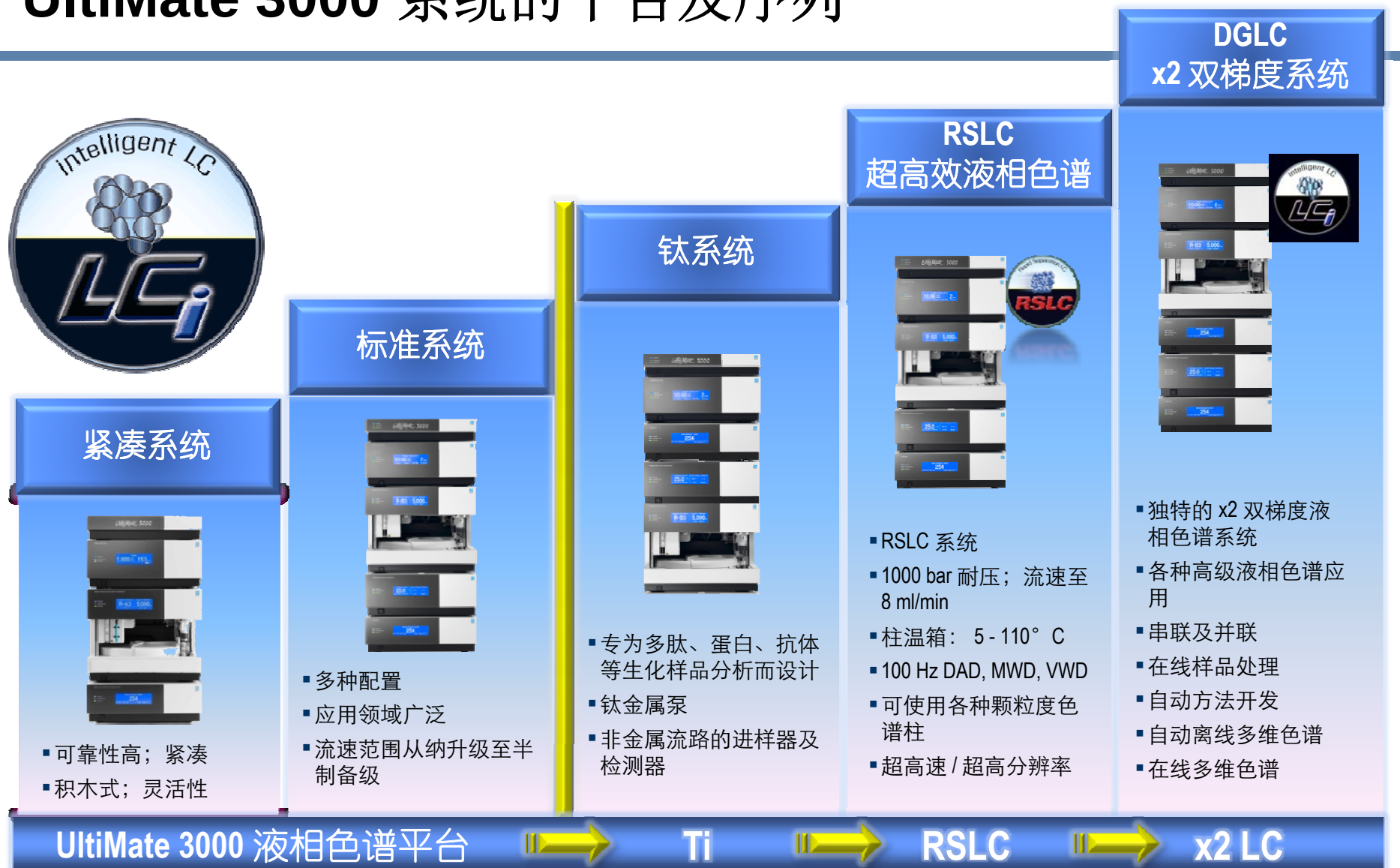
- 高性能、可靠且容易使用的智能化液相色谱概念
 - 流速范围最宽的液相色谱系列
 - 包括双梯度系统在内的 **Intelligent LC (LCi)** 技术
 - 种类最多、应用领域最宽的超高效液相色谱 (**U-HPLC**)
 - 生化兼容型液相色谱系列
- 变色龙色谱网络软件管理下的网络色谱技术
 - 可控制三十多个生产厂家的近 **300** 种的色谱部件
- 混合基质液相色谱柱



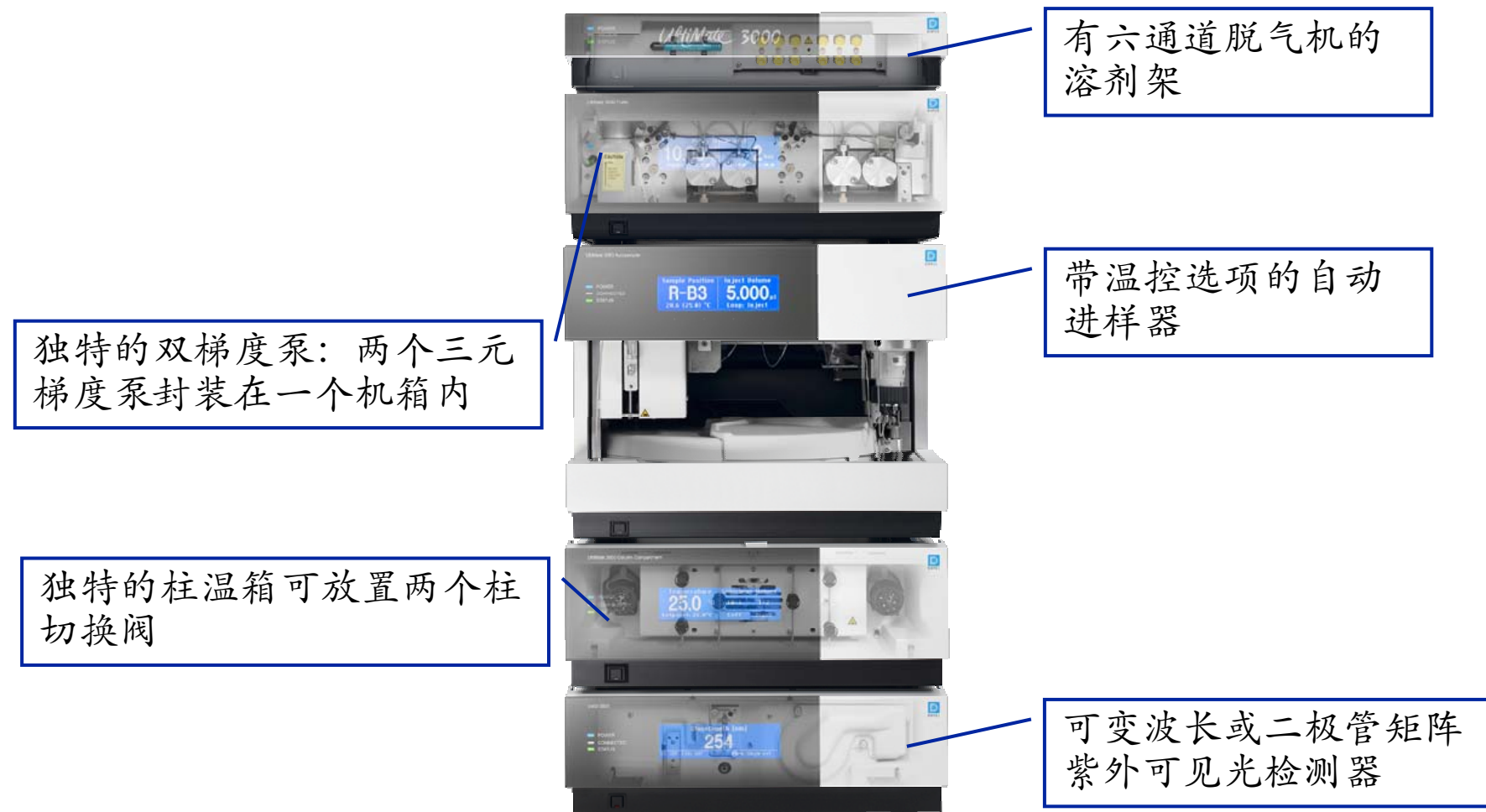
戴安 UltiMate 3000 液相色谱的各种组合



UltiMate 3000 系统的平台及序列



戴安公司的 UltiMate 3000 ×2 双梯度液相色谱系统



双三元梯度泵



- 标准系统 (DGP-3600SD) – 10 mL/min and 620 bar
- (DGP-3600RS) – 5 mL/min and 1000 bar; 8 mL/min and 800 bar
- 两个三元梯度泵整合于一个模块中
- 适合于各种高级应用

共享的部件

- **UltiMate 3000 单元的驱动可共享硬件**
 - 柱温箱
 - 双梯度泵（或两个独立的泵）
 - 自动进样器
- **使实验室可最大限度的利用空间及金钱**

UltiMate 3000 x2 双梯度系统的概念

双梯度泵

⇒ 两个泵的能力；仅比一个泵贵一点

占用的台面仅与一个泵相同

⇒ 不需要额外实验台面

变色龙软件容许其模块共享

⇒ 软件可控制使两系统间共享泵、自动进样器及柱温箱

应用组件中包括各种所需的管路、介绍及样品

⇒ 用户不需要特别的经验

变色龙应用向导

⇒ 方法转移及开发十分方便

变色龙软件对其具有系统监测及认证的功能

⇒ 对整个过程及认证的完全控制

Enables chromatography labs to use advanced chromatographic techniques

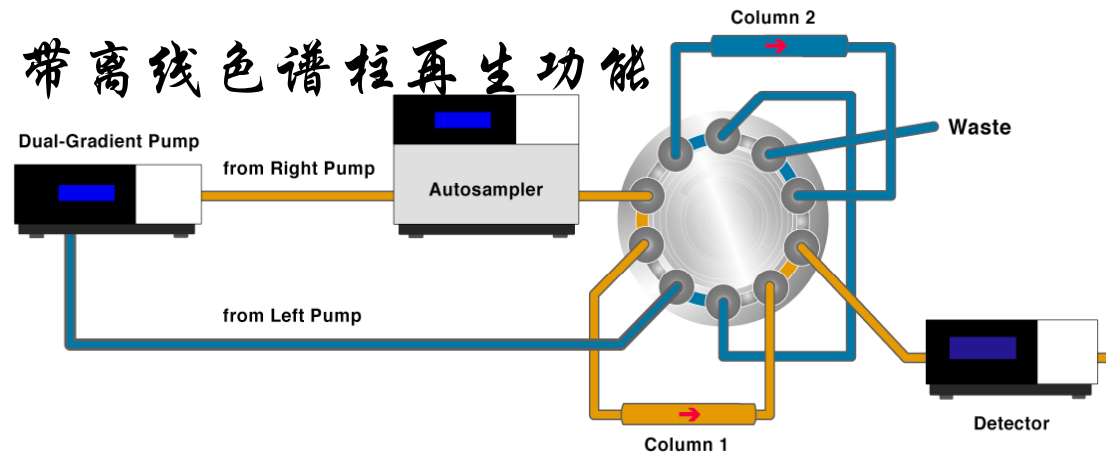
UltiMate 3000 双梯度所能解决的问题

- 快速分析；即在不改变已经经过认证的方法的前提下，提高分析速度
 - 串联（**Tandem**）色谱：节省梯度平衡的冲洗时间，提高梯度方法的速度
 - 并联（**Parallel**）色谱：对任何方法，都能通过共享色谱泵、自动进样器及柱温箱来提高一倍的分析速度
- 不同应用之间的快速切换；一台仪器同时为两种应用作准备，连续不间断运行两个不同应用
- 多维分离：通过 **2D** 或 **3D** 提高分离度
 - 多用于生化及蛋白质组学领域，目前主要集中在微柱、毛细管柱及纳升柱
 - 包括近年流行的“全自动离线”多维色谱

UltiMate 3000 双梯度所能解决的问题

- 样品的在线（**On-Line**）前处理
 - 集成 **SPE** 小柱作样品前处理提高自动化
 - 直接进较脏的样品（如：血样、食品样等）
 - 在线快速脱盐
- 提高质谱的灵敏度
 - 使用左泵作为辅助泵
 - 通过柱后交换流动相增加挥发性有机溶剂比例、调节**pH**值、或添加辅助试剂以提高质谱的响应值
- 柱后衍生；用第二个泵作柱后衍生泵
- 兼容性：该系统可兼容任何现有的 **HPLC** 系统

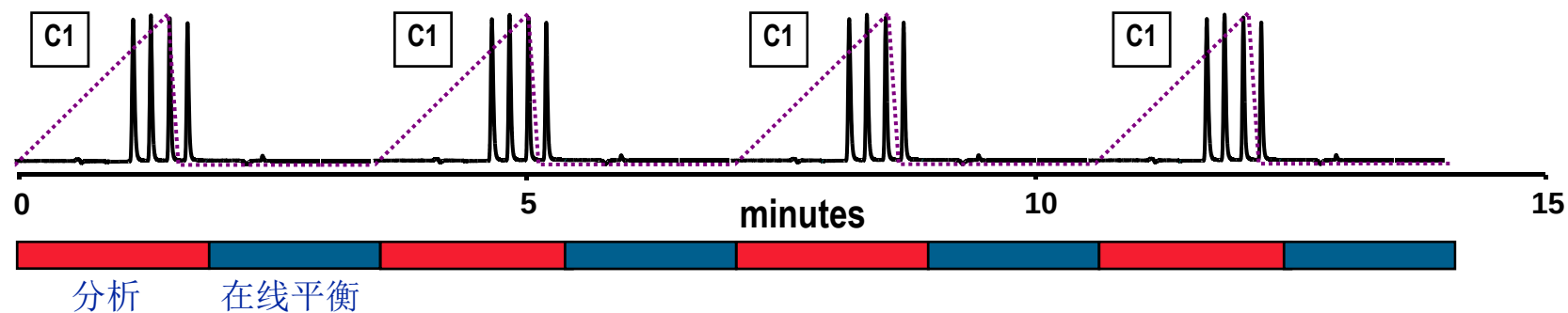
智能化色谱解决方案 — 串联液相色谱



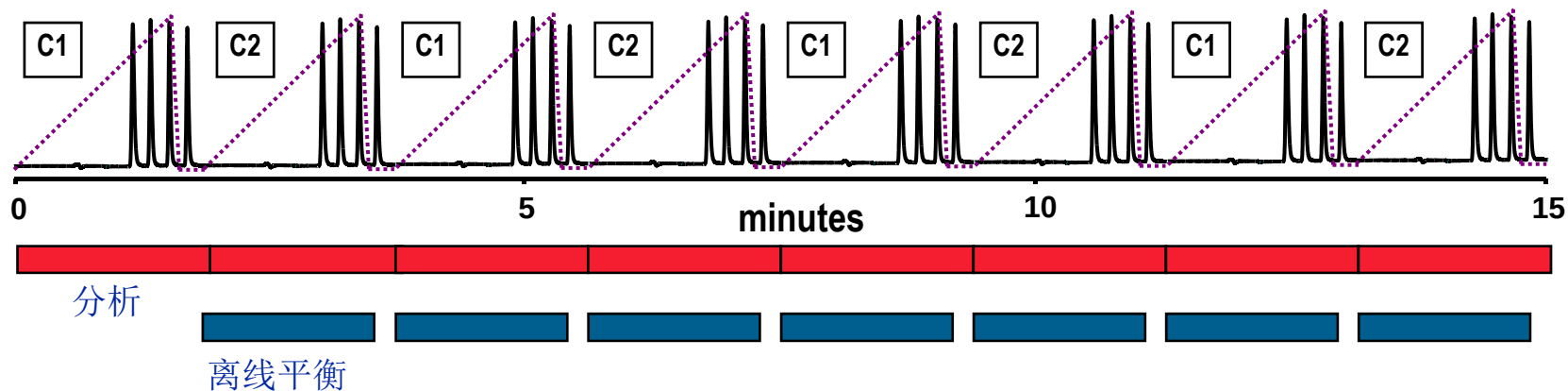
- 两个流路：一个用于分析（桔红色）；另一个用于离线色谱柱再生（蓝色）
 - 色谱柱在两个流路间切换
 - 从运行周期中除去冲洗及平衡色谱柱的时间
- 缩短运行时间 **20-50%**

用于串联应用的智能化液相色谱解决方案

原始方法：1根色谱柱

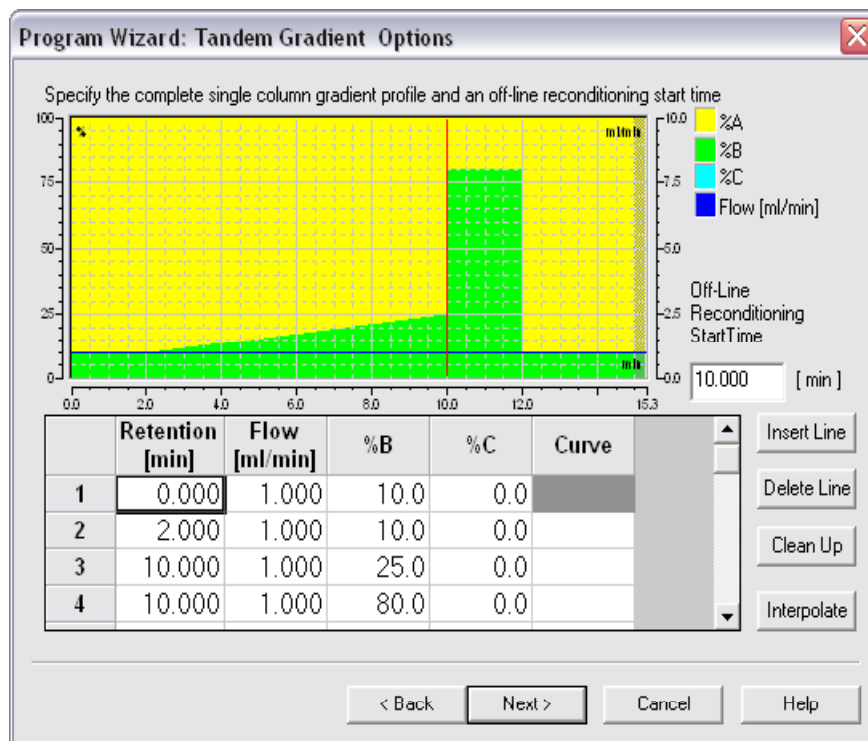


串联方法：2根色谱柱

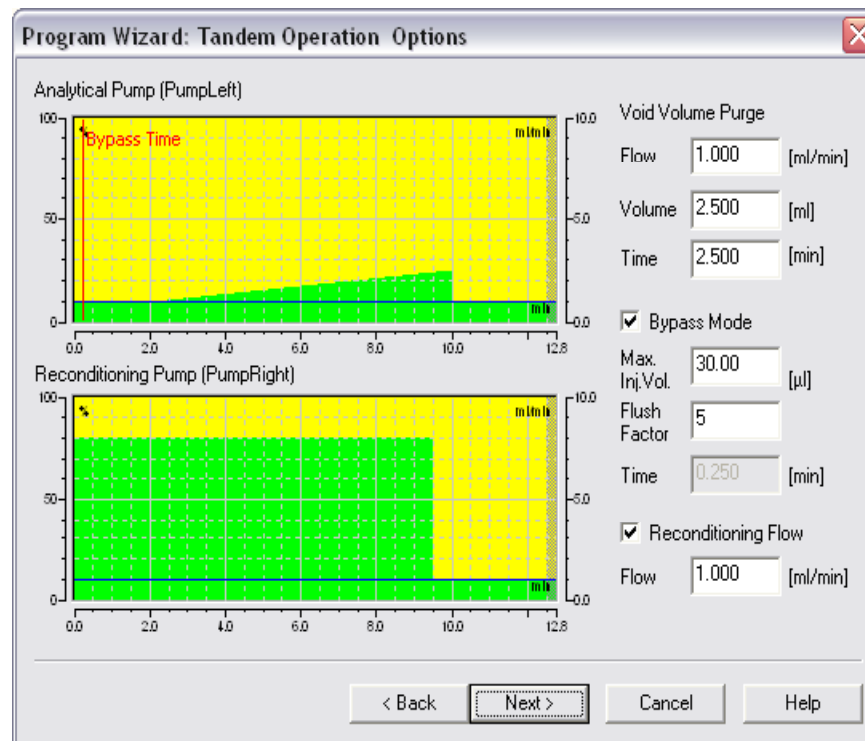


变色龙软件通过向导自动转换方法

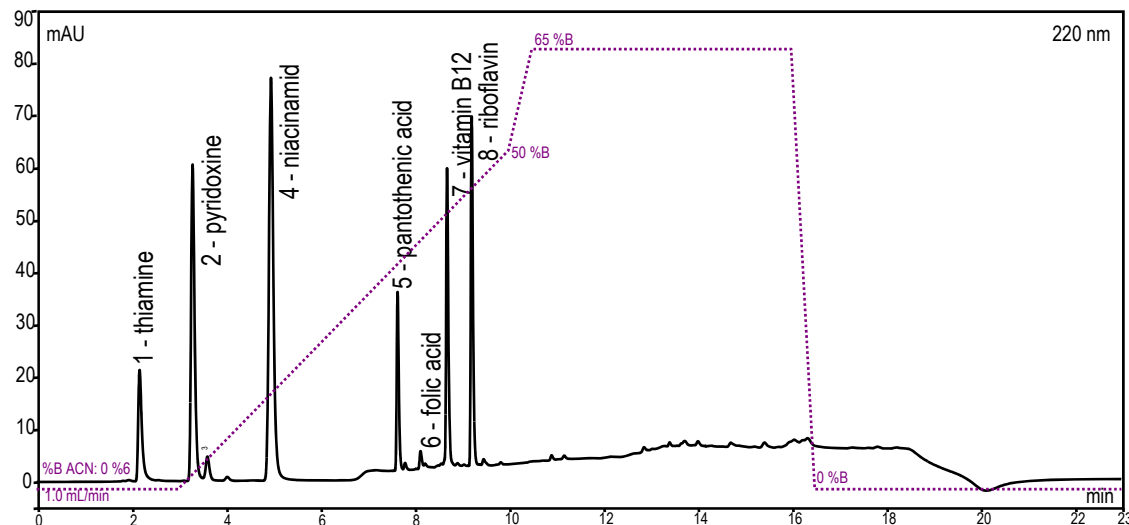
用户输入标准的方法



..... 变色龙软件将其转化为串联方法

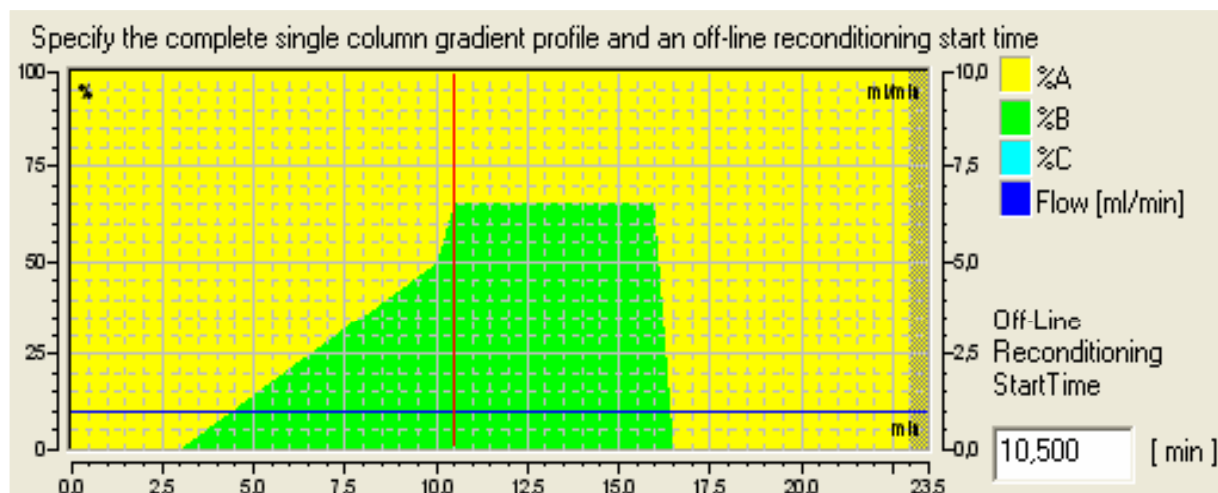


变色龙软件通过向导自动转换方法

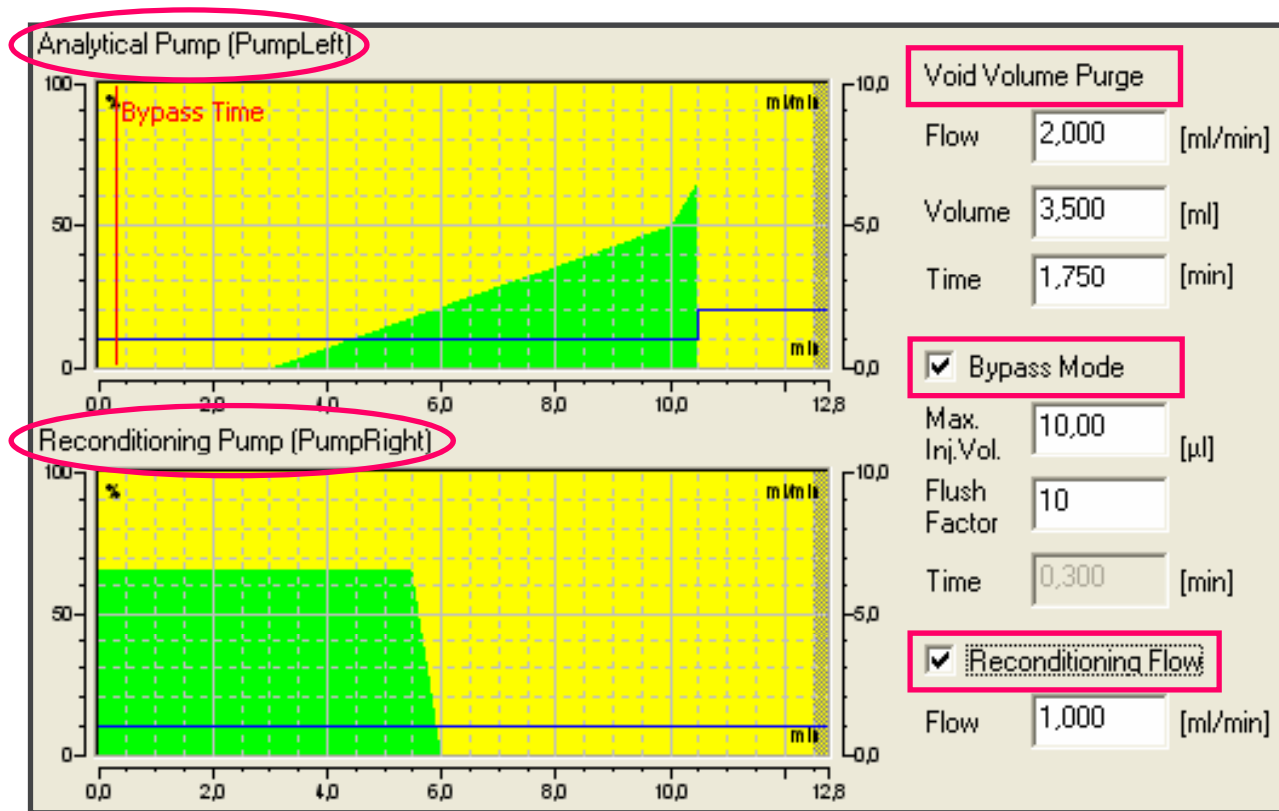


8种水溶性维生素方法

Column: Acclaim PA C16 3 μ m
Dimensions: 150 x 4.6 mm ID
Eluent: A: 20 mMol KH_2PO_4 pH 3.4
B: Acetonitrile
Temperature: 40 $^{\circ}\text{C}$
Flow rate: 1.0 mL/min
Injection Vol: 10 μL
Detection: 210, 220, 246, 265 & 285 nm



变色龙软件通过向导自动转换方法

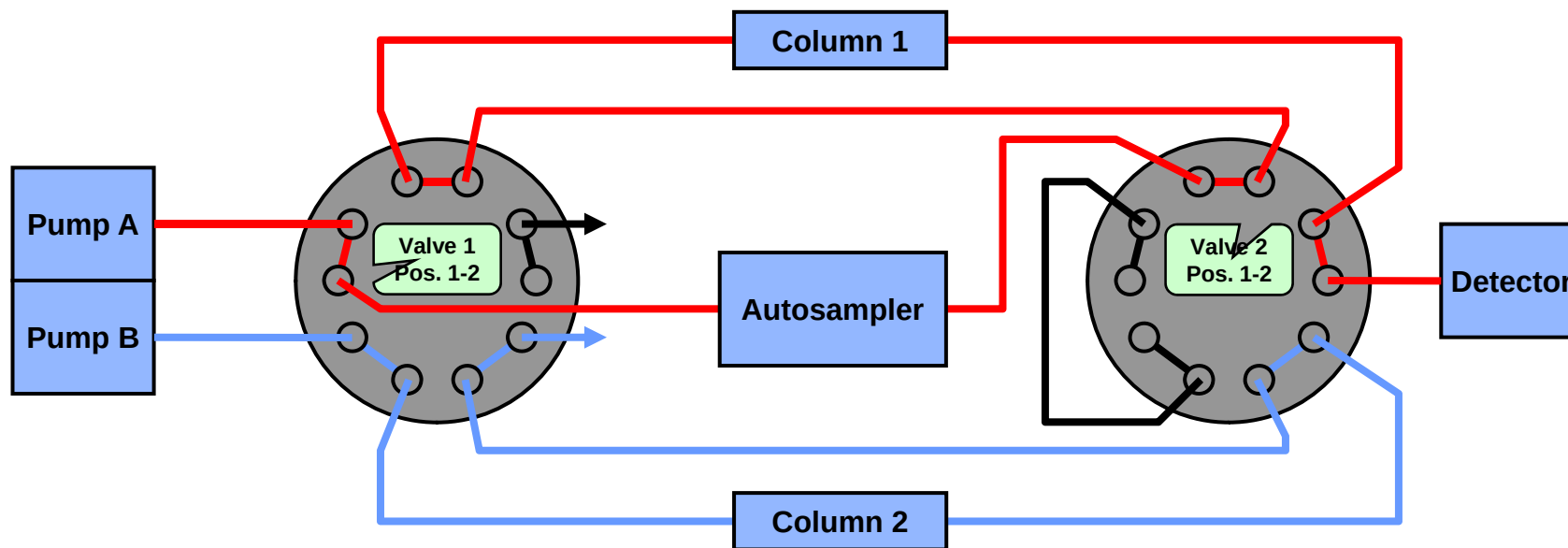


設置需要冲洗的
死体积

自动进样器是否
被旁路

再平衡的流速可
以单独设置

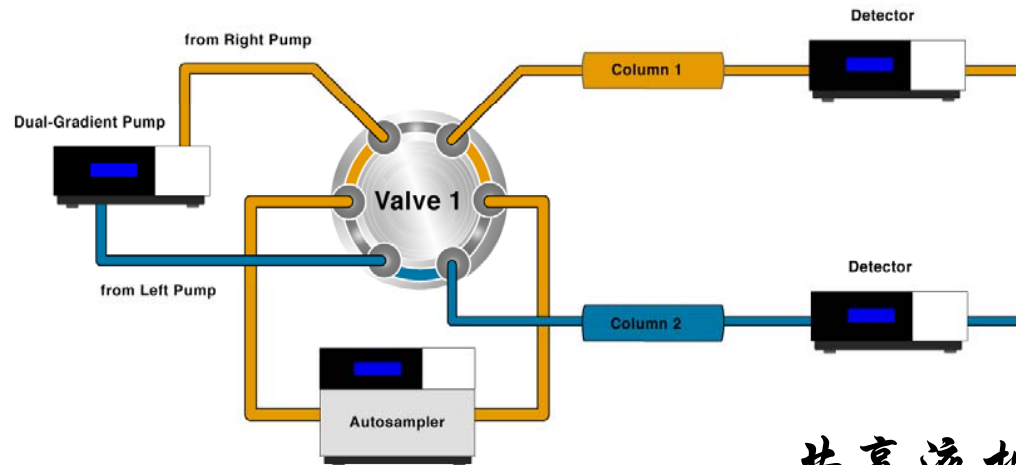
智能化色谱解决方案 — 不同应用间切换



- 一套系统适应于两个不同的日常应用
 - 不同的溶剂组合；不同的色谱柱
- 两个应用之间自动切换
- 不需要手工更换溶剂及色谱柱

Saves time, increases convenience for labs that regularly run two different methods

智能化色谱解决方案 — 并联液相色谱

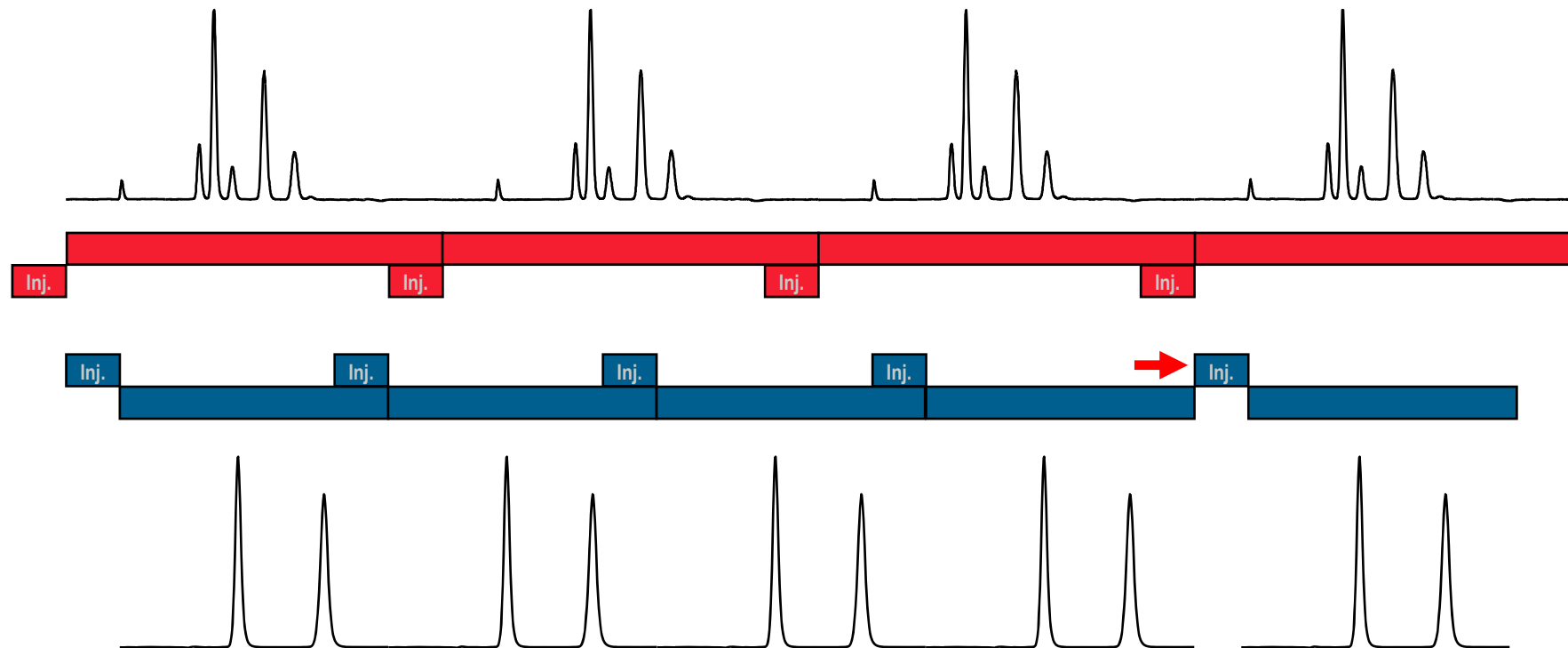


共享液相色谱部件

- 两套独立的流路共享一个自动进样器及柱温箱；变色龙软件把其配置为两套系统
- 提供两台独立系统的能力：
 - 独立控制；软件管理自动进样器共享
 - 可运行不同应用程序下的两套样品

智能化色谱解决方案 — 并联液相色谱

Method A (7 min) runs on the right pump and column 1

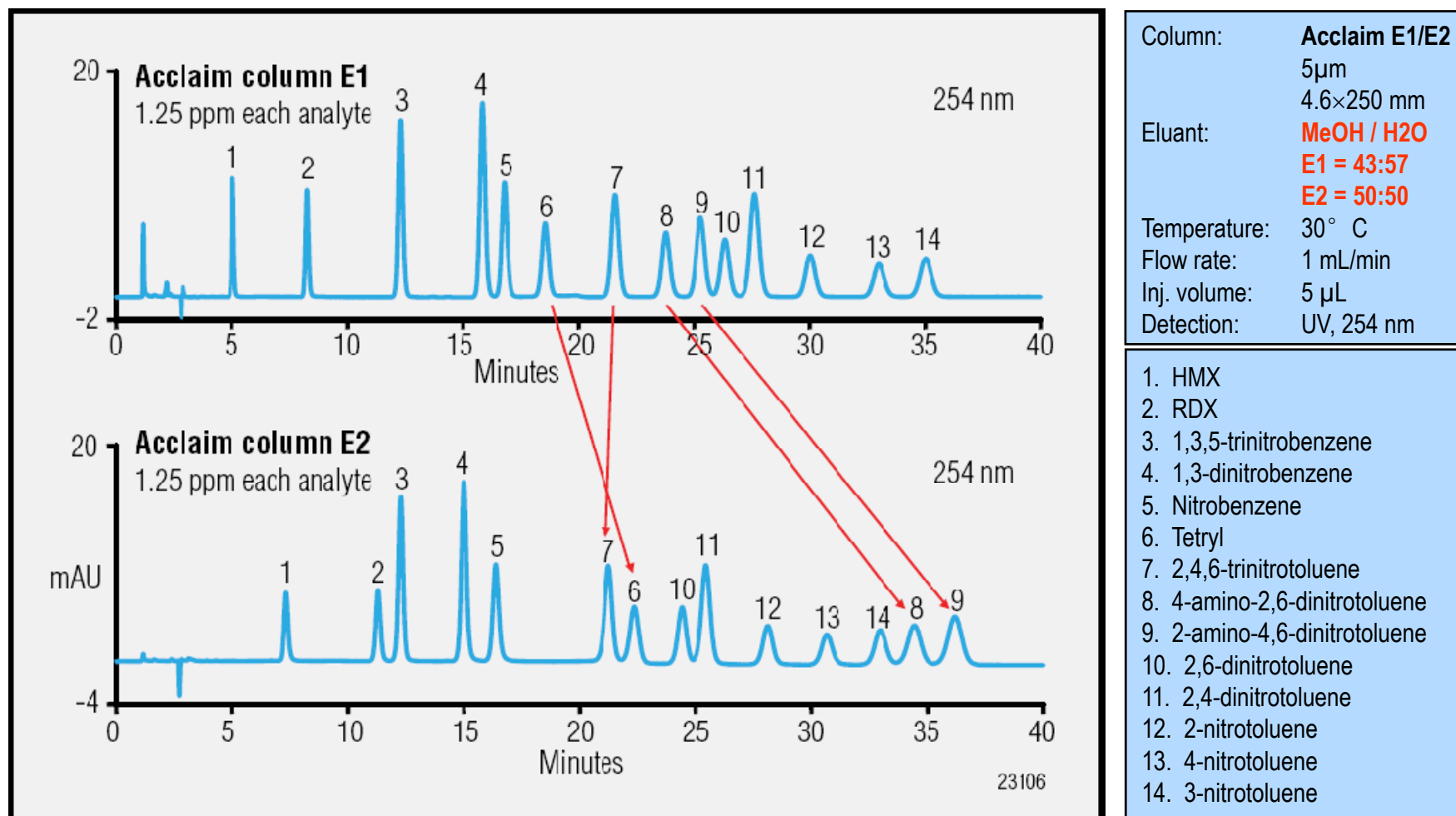


Method B (5 min) runs on the left pump and column 2

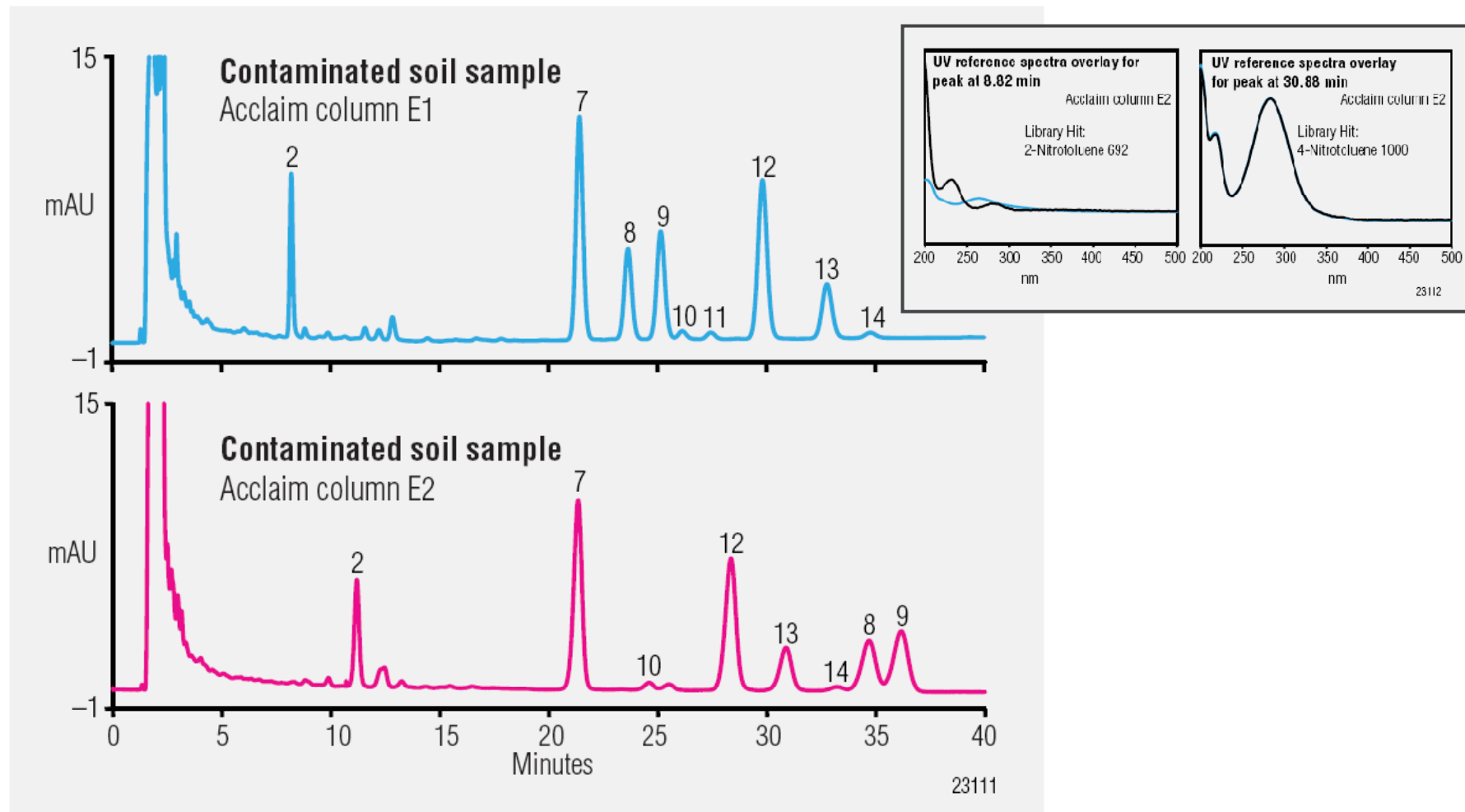
应用实例：环境中爆炸物残留的分析

- 背景：
 - 多数爆炸物及其含硝胺基团的杂质均有较强的毒性；其残留物的分析在军事演习现场及周围环境评价、犯罪及恐怖袭击案件的侦破中都有重要的意义
 - **GC**也常被用来检测这些物质，但是其热不稳定性及不易挥发性使液相色谱成为更理想的分析工具
 - **EPA Method 8330** 是最常用的方法
- **EPA Method 8330** 的要求：
 - **EPA** 方法 **8330** 中规定了 **14** 种需要监测的爆炸物，建议用一种色谱柱（例如：**C18**）作为主要的分析柱分离这些化合物；并建议用另外一种选择性有差异的反相柱作为补充确认，例如：**CN** 柱
 - **14** 种化合物都要被分离（而**2006**年新的**8330B**需要分析多达**17**种）
 - 并在分析后尽可能快地确认

Acclaim Explosive E1 及 E2 柱，分离及确认

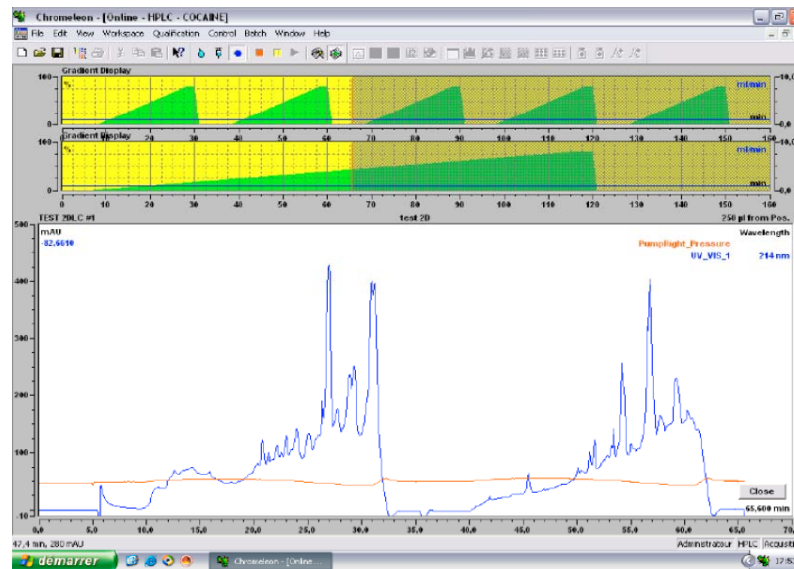


实际样品的分析及其光谱图确认



智能化色谱解决方案 — 两维色谱

- 一台仪器包括所有的功能部件
- 用于通用两维色谱技术的应用组件
- 独特的变色龙控制及监测能力

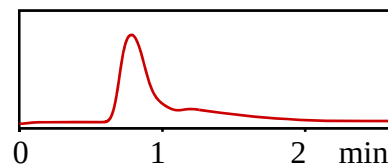


智能化色谱解决方案 — 二维色谱

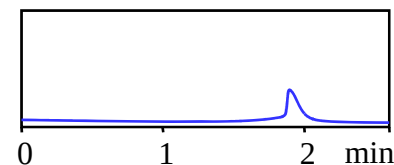
免疫亲和-反相二维色谱法(IMAC-RP-LC)分析磷酸化肽

一维免疫亲和色谱

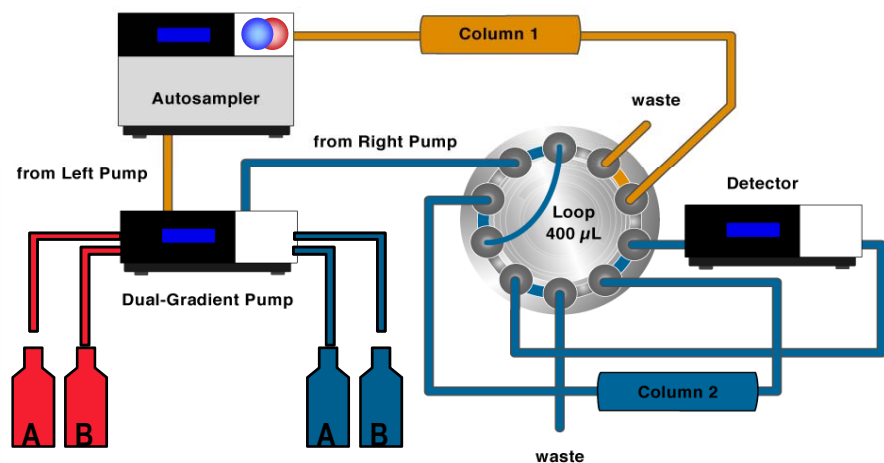
免疫亲和色谱不保留组分



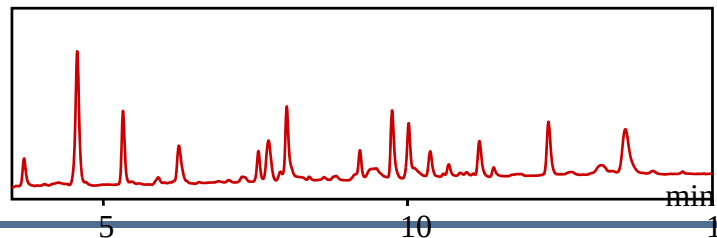
免疫亲和色谱可保留组分



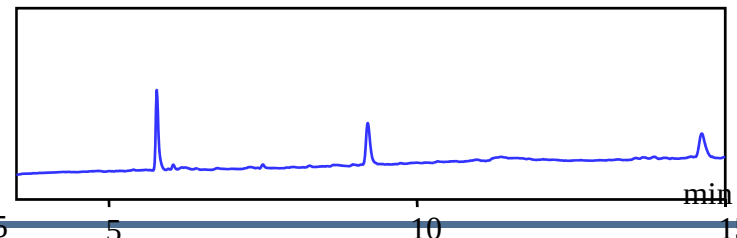
Valve is in position 2



不保留组分的二维分离

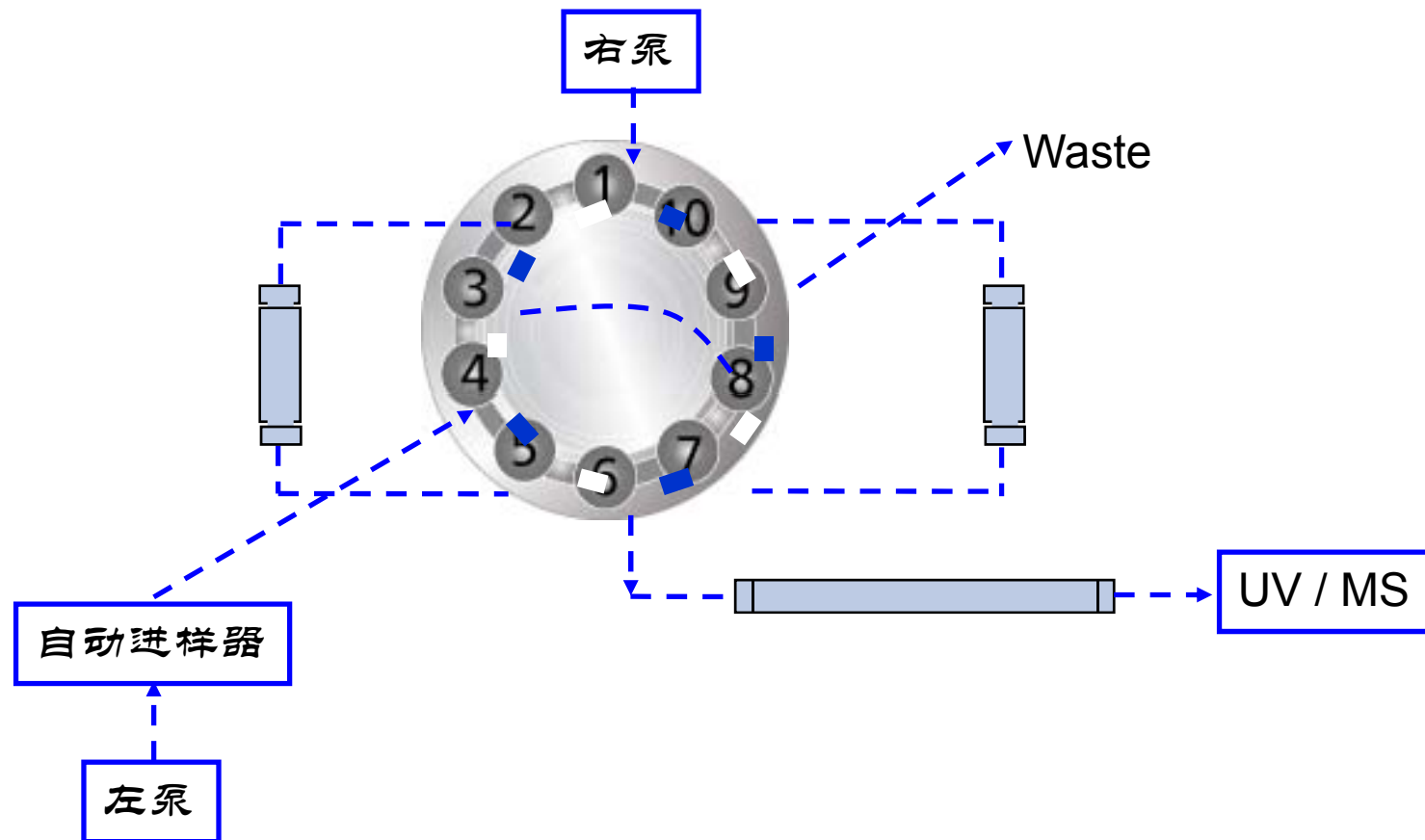


保留组分的二维分离

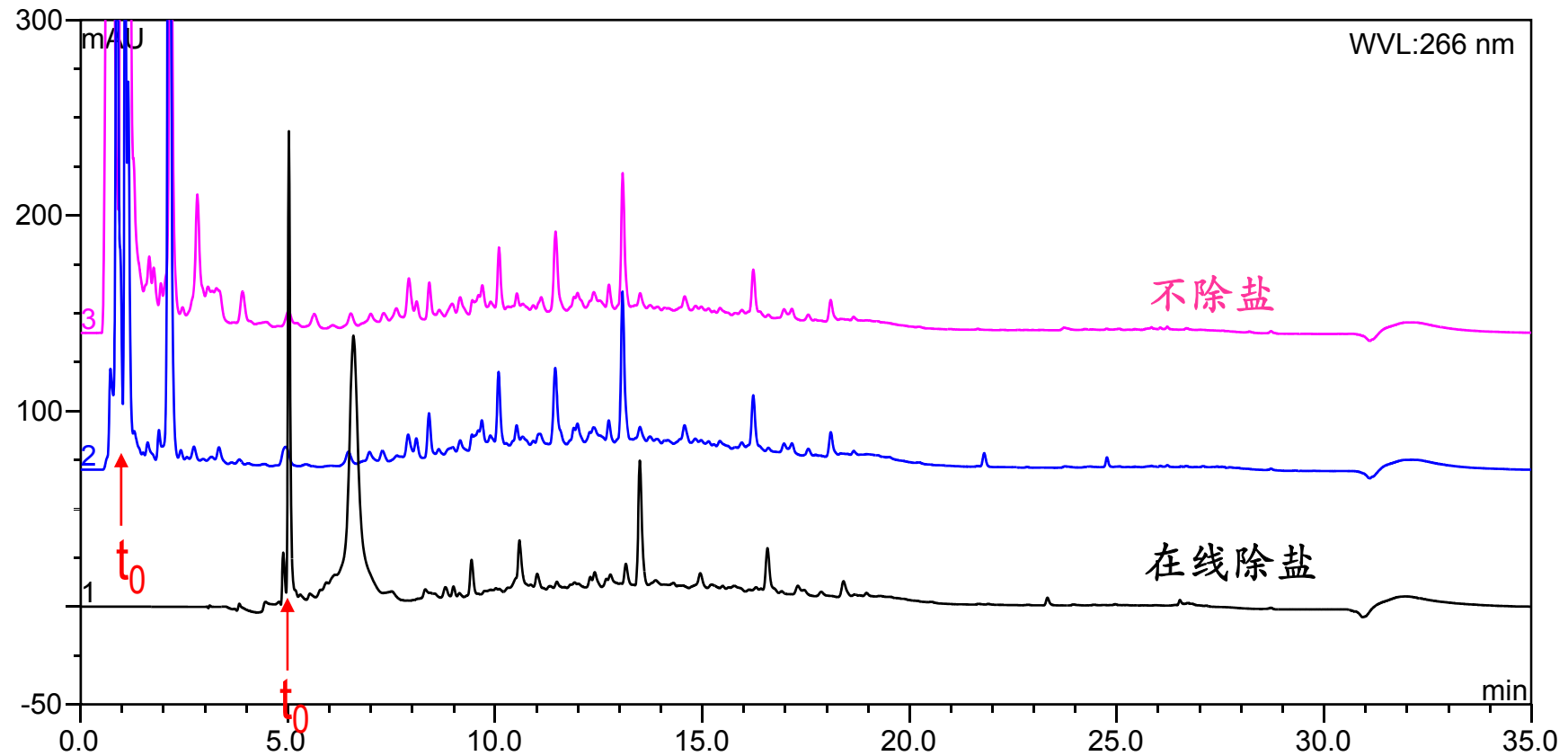


Acclaim C18,120A
二维反相分离

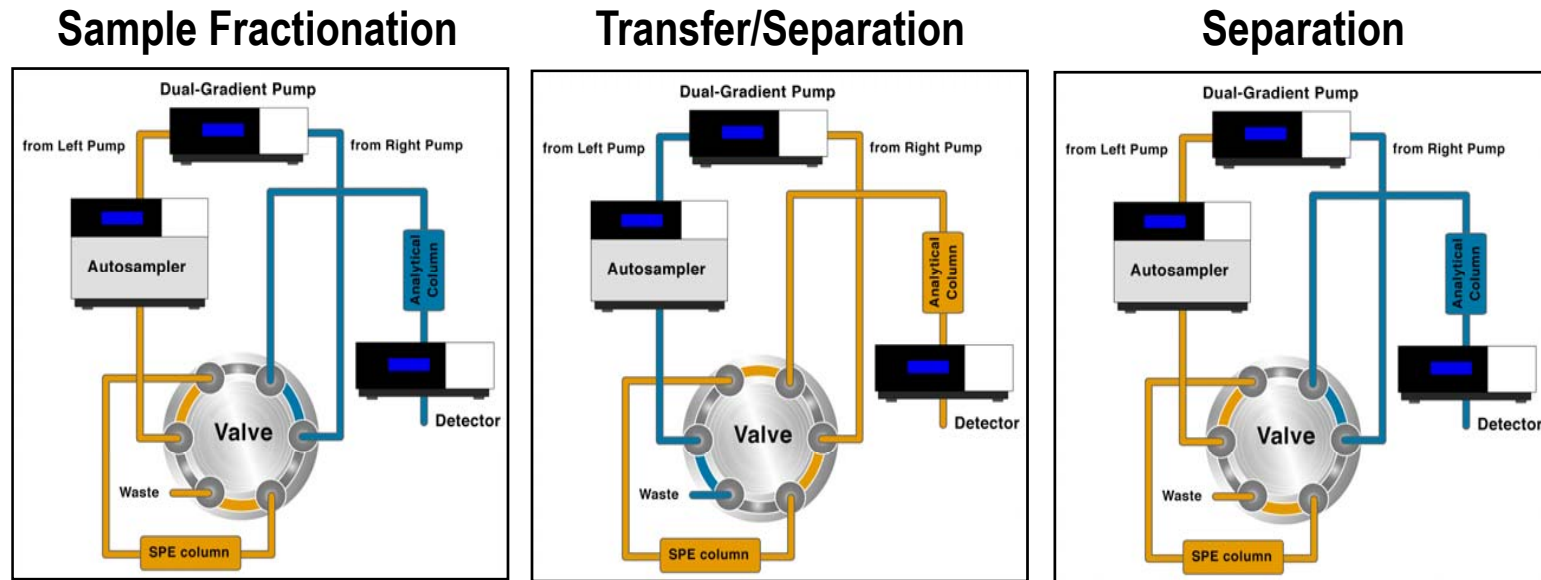
智能化色谱解决方案 — 高通量在线除盐



在线除盐应用---中药制剂指纹图谱分析



智能化色谱解决方案 — 在线固相萃取 / 浓缩



- 第一维是**SPE**（例如：**RAM**）小柱从基质中分离样品
- 转移到分析柱上后，被分析物被分离、检测
- 可以直接进复杂样品，例如：体液、地表水等
- 比其他技术更快、更精确、更便宜而且自动化水平更高

On-Line SPE（在线固相萃取）技术

- 特点：
 - 减低手工操作需求、节约时间；且重现性高
 - 方便于直接进样；更快、更经济
 - 可以自动化；无人照管操作过夜或过周末
 - 减少接触对人体有害物质的机会
- 应用领域：
 - 食品及饮料分析实验室
 - 环保实验室
 - 制药及临床实验室

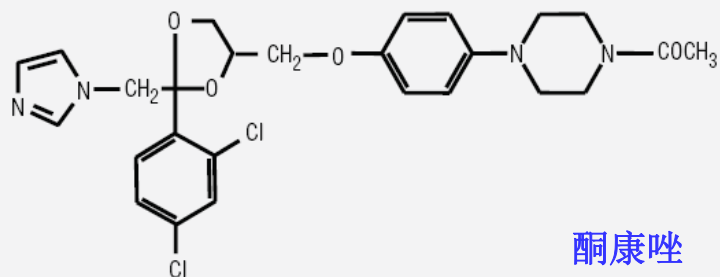
双三元智能化色谱在线固相萃取（一）

样品在线前处理方法开发—柱切换时间设定

- 样品前处理的方法开发与最终色谱分析的方法开发一样重要；需要确定 **SPE** 富集小柱冲洗溶液及切换阀的切换时间
 - 馏份分级（**Fractionation**）；即：被分析物的富集与基质去除的过程
 - 转移（**Transfer**）；即：被分析物从 **SPE** 小柱转移到分析柱的过程
- 介绍1个 **On-Line SPE** 方法开发的过程
 - 血浆（**plasma**）中四种抗真菌剂（**Antimycotics**）分析

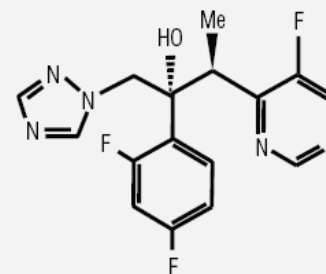
方法开发实例1

Ketoconazole



酮康唑

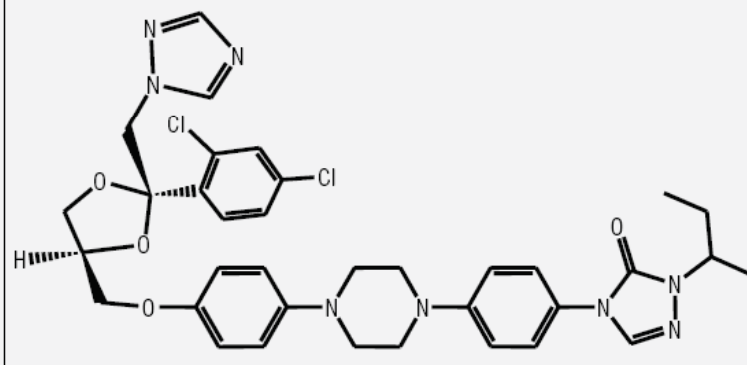
Voriconazole



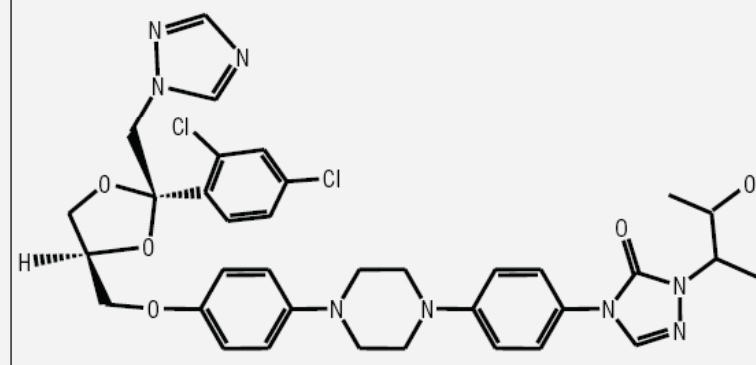
伏立康唑

Itraconazole

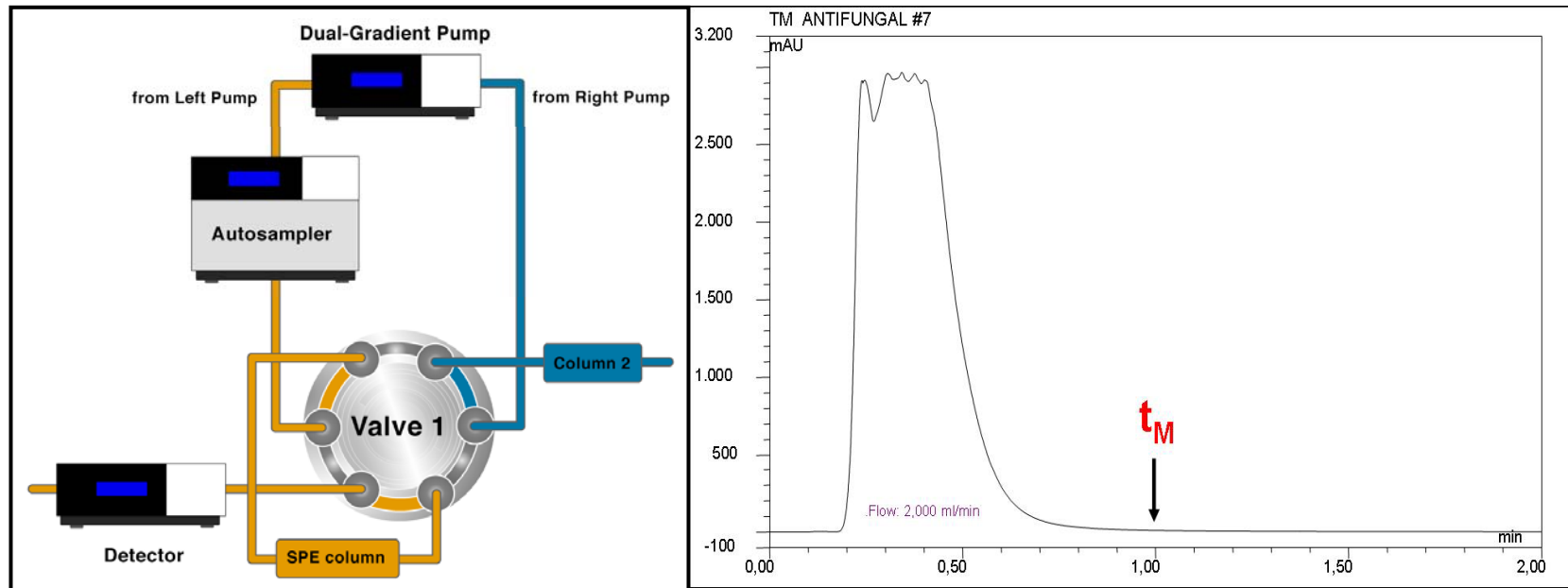
伊曲康唑



1-OH-Itraconazole 羟基伊曲康唑

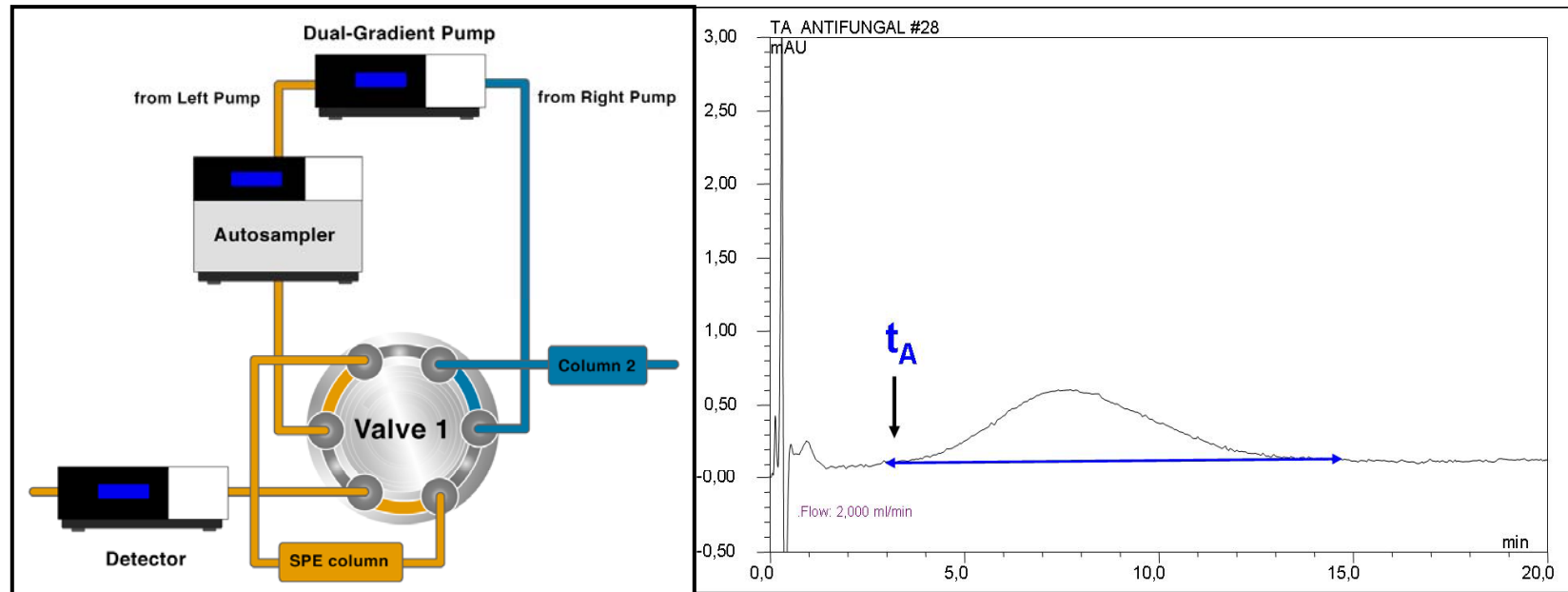


确定样品基质的完全馏出时间: t_M



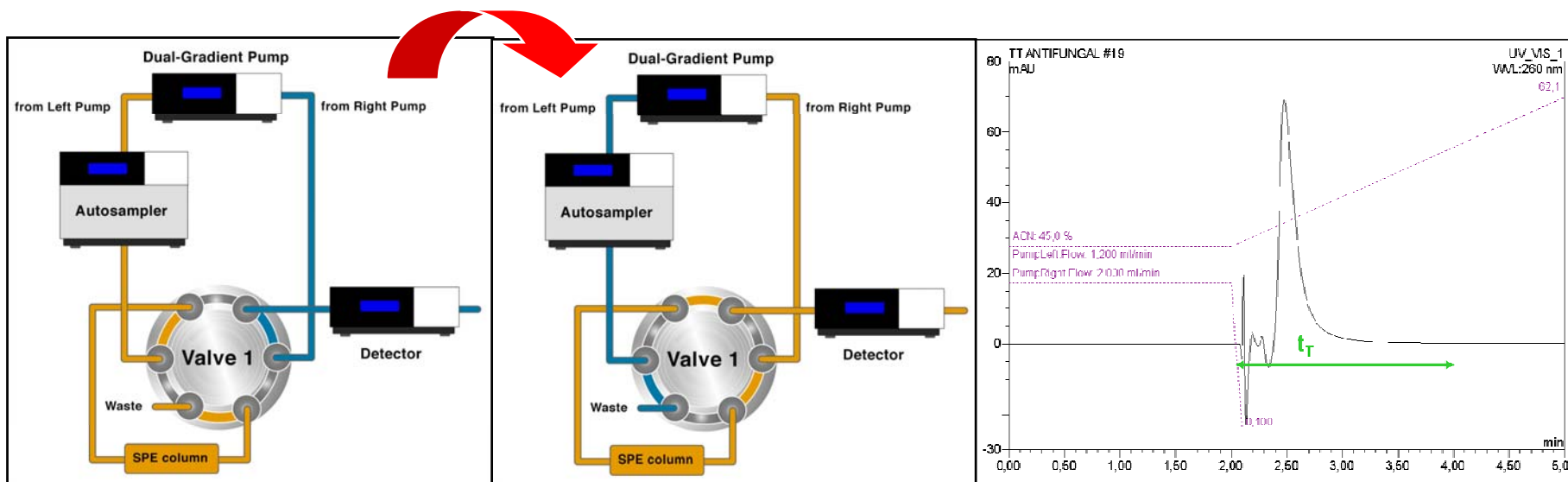
- t_M : 在选定的条件下，样品基质从 **SPE** 柱中馏出的时间
- 把 **SPE** 柱直接联接到相应的检测器上
- 进样后记录了样品底物（基质）的馏出色谱图
- 对于生物体液，可使用 **UV** 检测器在 **280nm** 检测（蛋白）
- 基质完全馏出后，检测器信号趋于基线

确定被分析物的洗脱时间: t_A



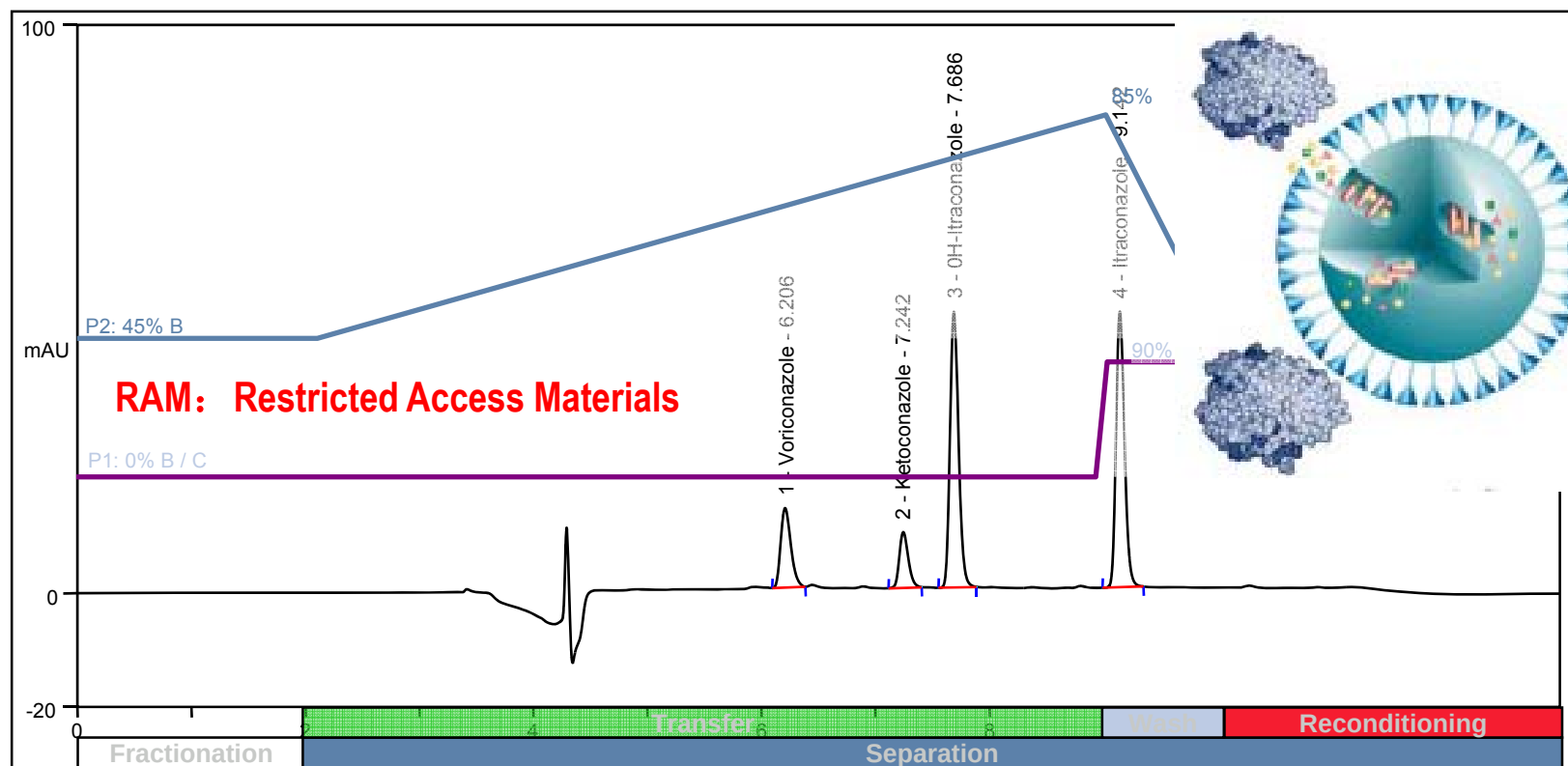
- t_A : 在选定的条件下，目标物开始馏出 **SPE** 柱的时间
- 与刚才相同的配置；得到目标物的馏出色谱图
- 流动相组成与流速应与测定 t_M 时相同（左泵），目标物浓度与实际样品应该接近
- 为了完全萃取且回收率高， t_A 必须大于 t_M

确定目标物完全馏出 **SPE** 柱的时间: t_T



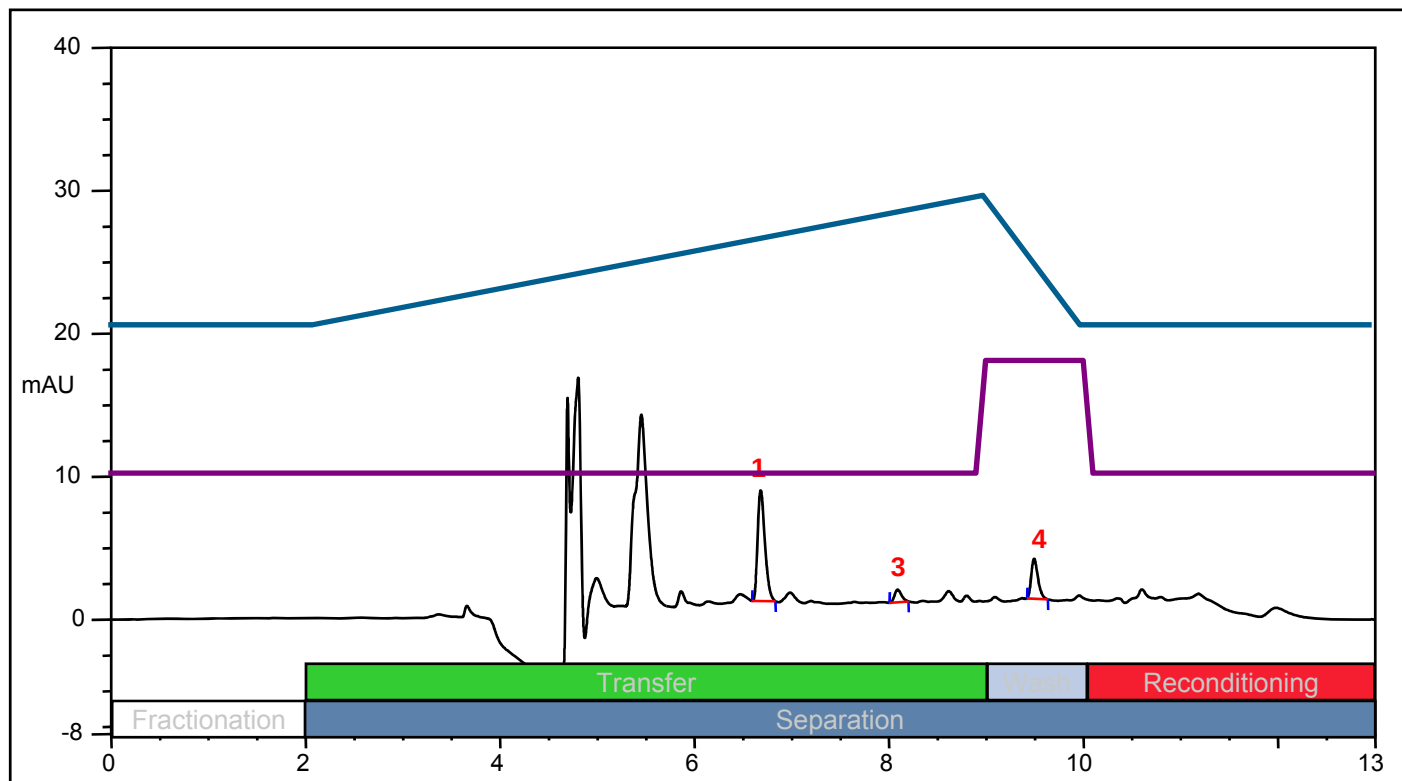
- t_T : 在选定的条件下，目标物从 **SPE** 柱上完全洗脱并转移到分析柱上的时间
- 标样溶液进到 **SPE** 柱上；完成清洗步骤
- 然后；把阀切换到分析状态，使用右泵的流动相（分析柱的条件）洗脱目标物直接到检测器（不接分析柱）

Online SPE 实例 — 加抗真菌剂标人血浆样品



- 馏份分级（**Fractionation**）步骤中左泵的条件：(A) Water/MeCN (98/2)；流速：**2 mL/min**（在转移及分离模式时为：**1 mL/min**）
- 转移及分离泵（右泵）条件：(A) 0.01 mol/L 醋酸铵及 (B) MeCN
- SPE 柱冲洗步骤左泵条件：(B) MeCN；(C) Water

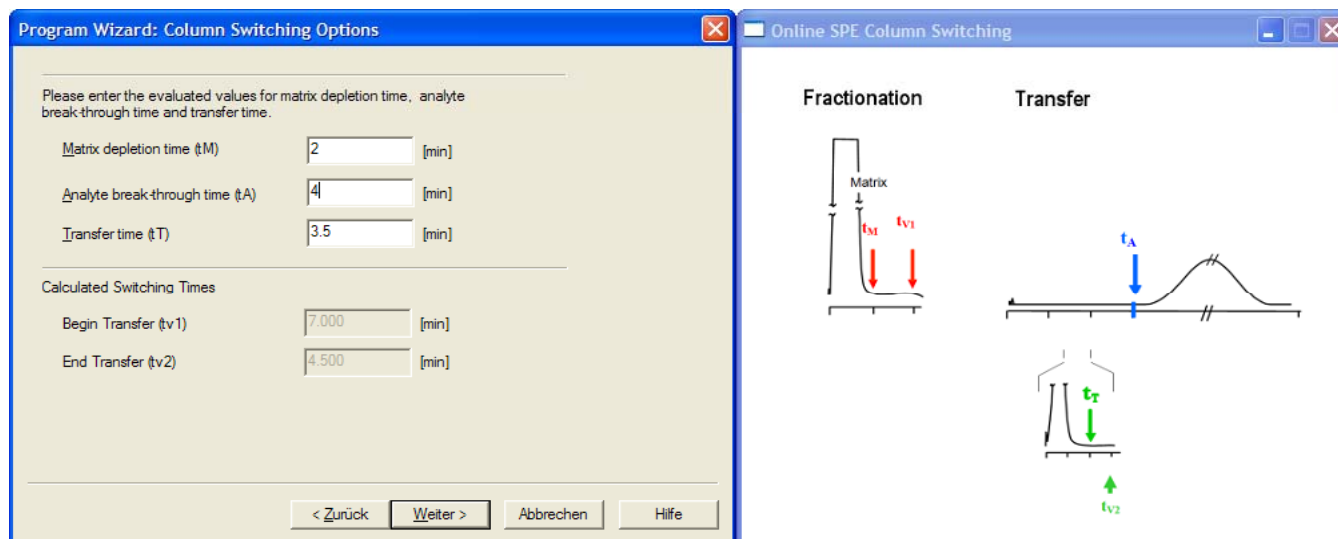
实际样品分析与离线 SPE 方法的比较



No.	Ret.Time min	Peak Name	Height mAU	Area mAU*min	Amount µg/L	LC-MS/MS µg/L
1	6.68	Voriconazole	7.744	0.678	323	n.d.
3	8.09	OH-Itraconazole	0.878	0.073	24	n.d.
4	9.49	Itraconazole	2.786	0.223	74	73

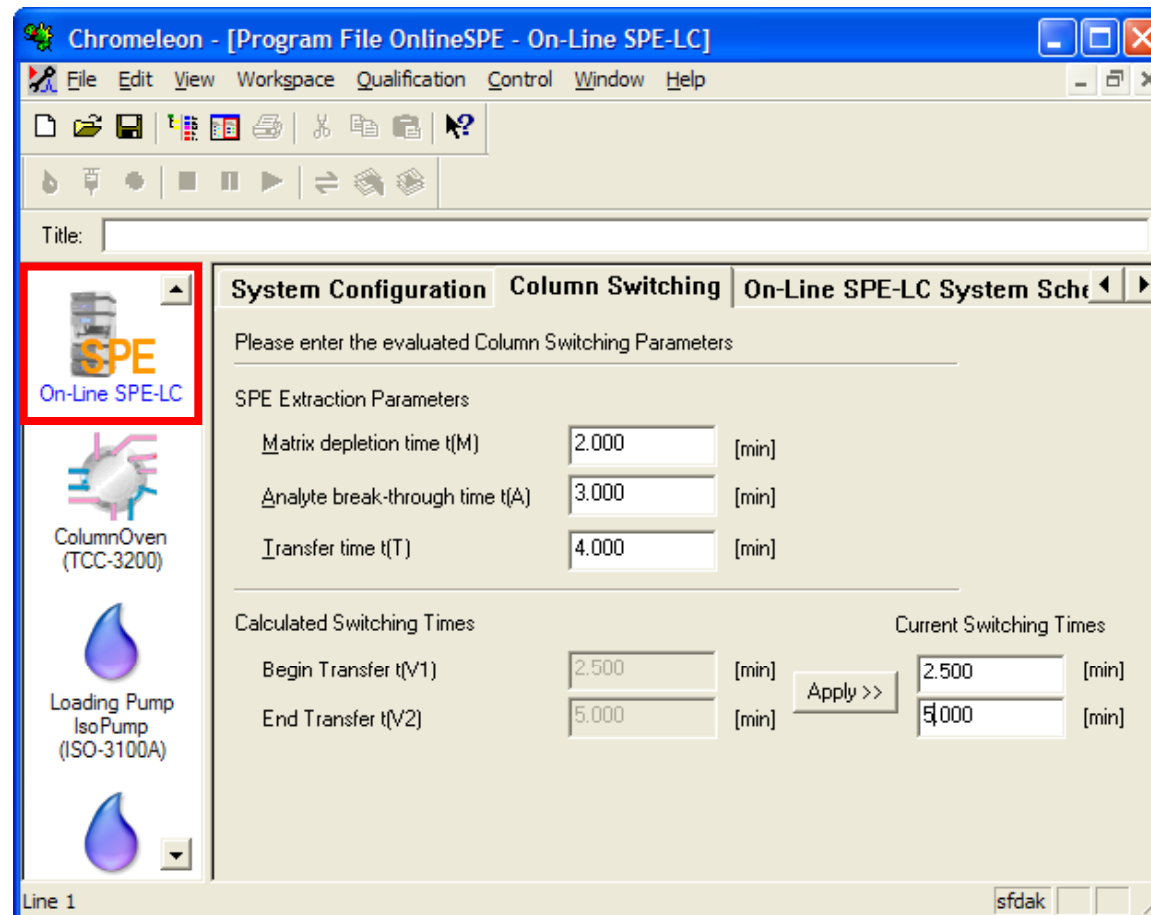
Online SPE-LC 对相关化合物的定量结果与离线方法一致

方法开发向导: Online SPE Wizard



- 引导用户设置样品前处理方法
- 向导“翻译”应用信息到实用程序文件（例如：阀的正确切换时间）
- 不需要特殊培训而利用新型仪器来提高生产率

变色龙软件的配合



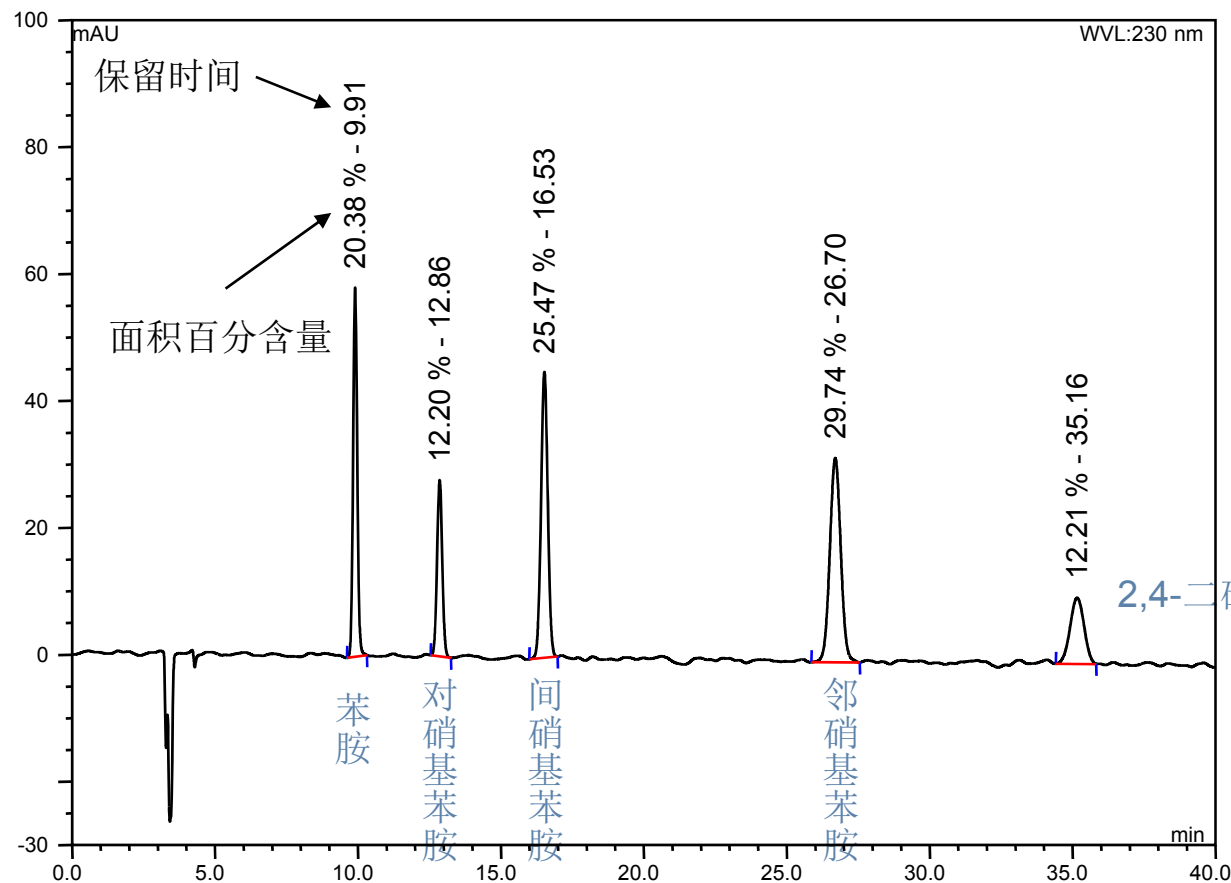
Chromeleon® Online SPE Software Wizard

双三元智能化色谱在线固相萃取(二)

样品在线前处理方法开发— **online SPE**富集小柱选择

- 在线富集小柱的选择非常重要，所选择的小柱不仅要确保分析目标物富集并保留在小柱上，回收率要高，而同时能把基质尽可能的去除。经这样的小柱净化并富集的分析目标物再切换转移到分析柱上分离检测。
- 介绍一个**online SPE**富集小柱的选择过程
- 苯胺类化合物**online SPE**富集小柱选择

5种苯胺类化合物直接进样



Analytical column: Acclaim C18,
4.6X250mmX5 μ m@30C
MPA: 50mM NH₄OAc pH 4.6
MPB: MeOH
MPA:MPB = 65:35
Flow: 0.8mL/min

2,4-二硝基苯胺

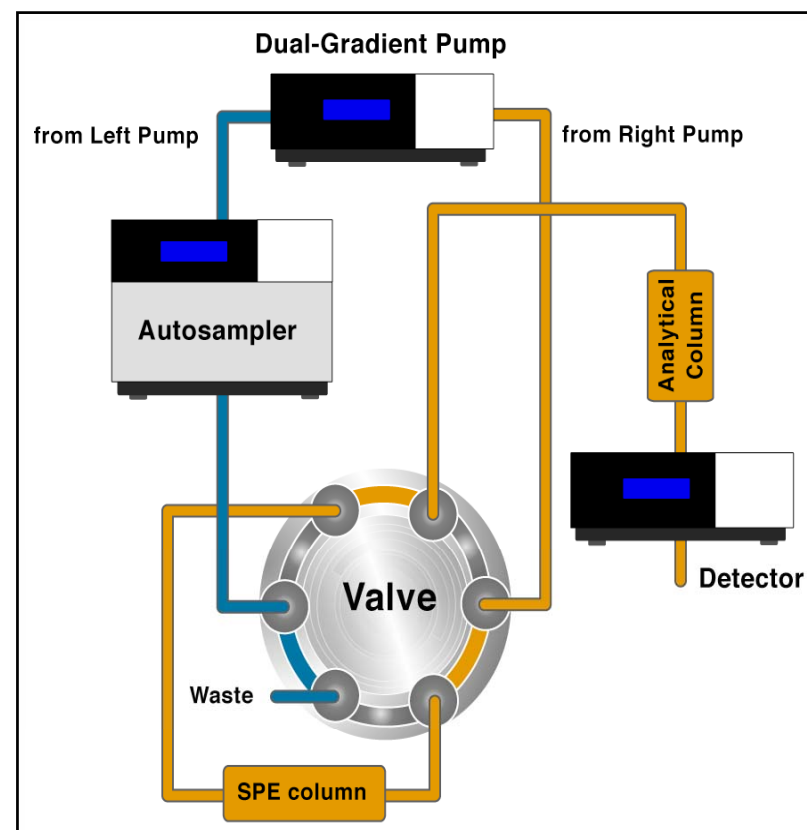
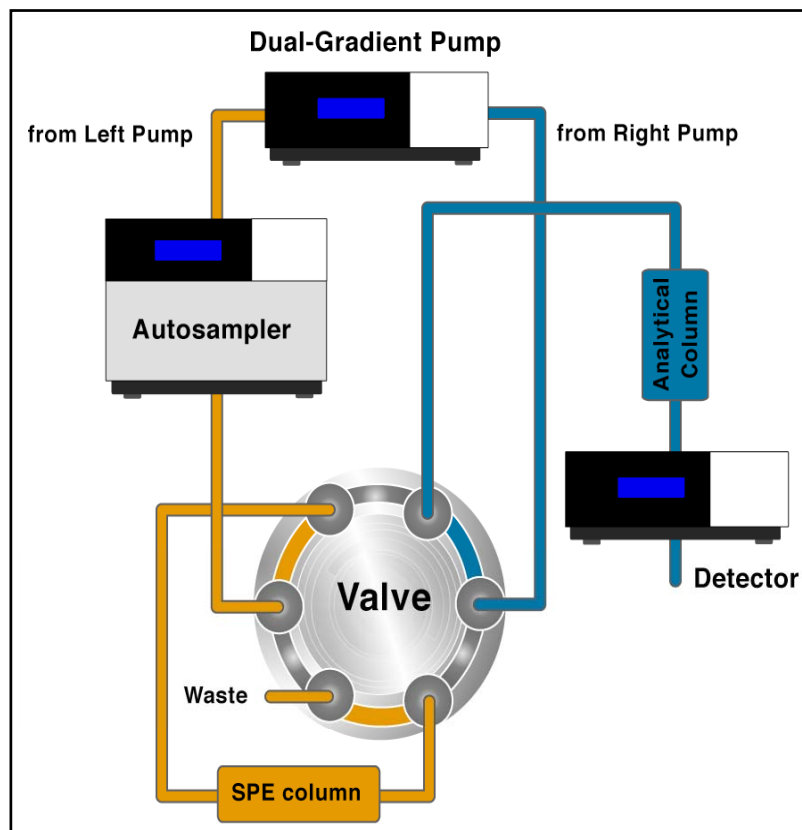
(苯胺面积百分含量20%)

方法开发实例 2

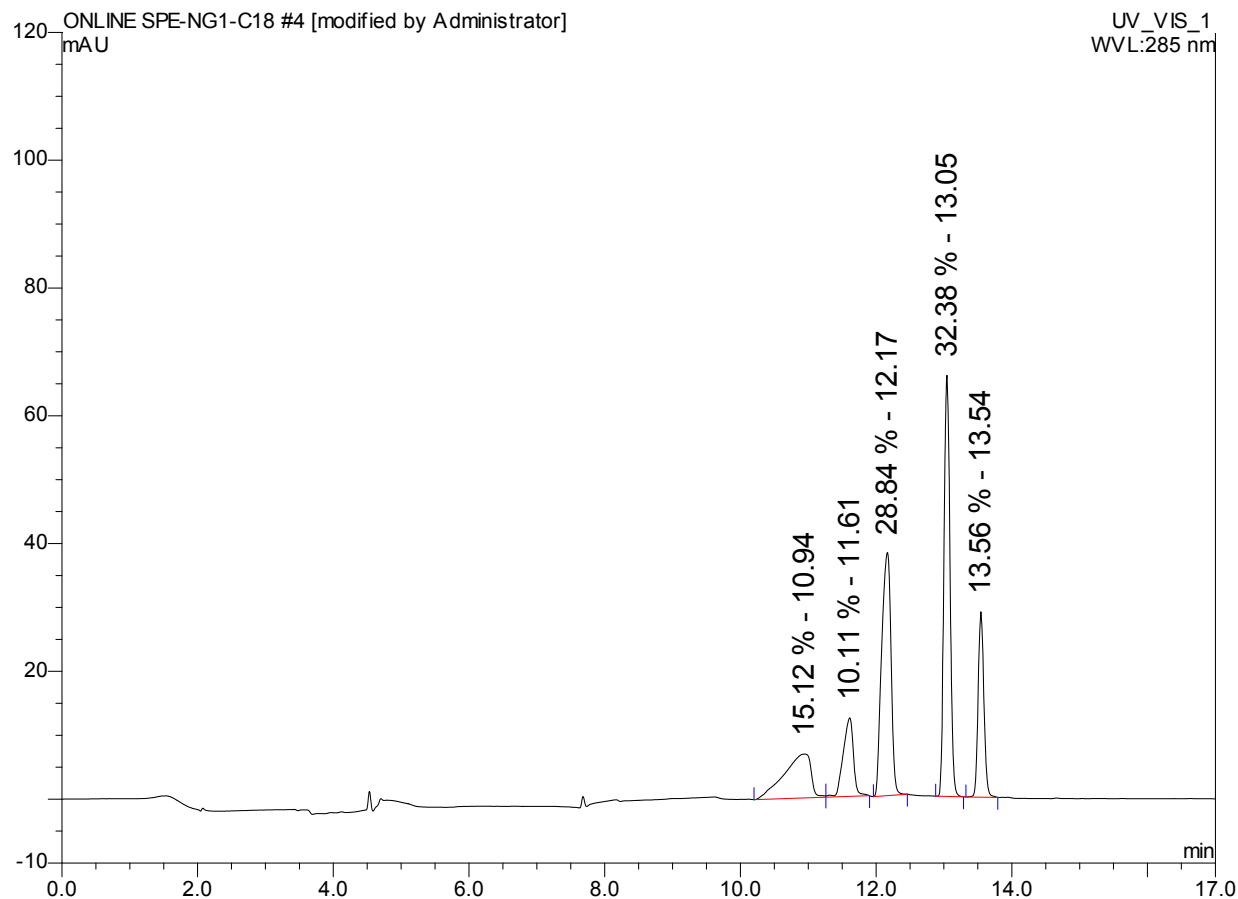
选择Online SPE富集小柱的初始色谱条件:

- 上样流动相: 100% H₂O
- 分析流动相: 10% MeOH为起始走梯度
- 分析柱: acclaim C18, 4.6x150mmx3um
- SPE柱: 选择不同小柱实验
- 上样体积: 2ml 100ppb苯胺类化合物标样

智能化色谱解决方案 — 在线固相萃取/浓缩

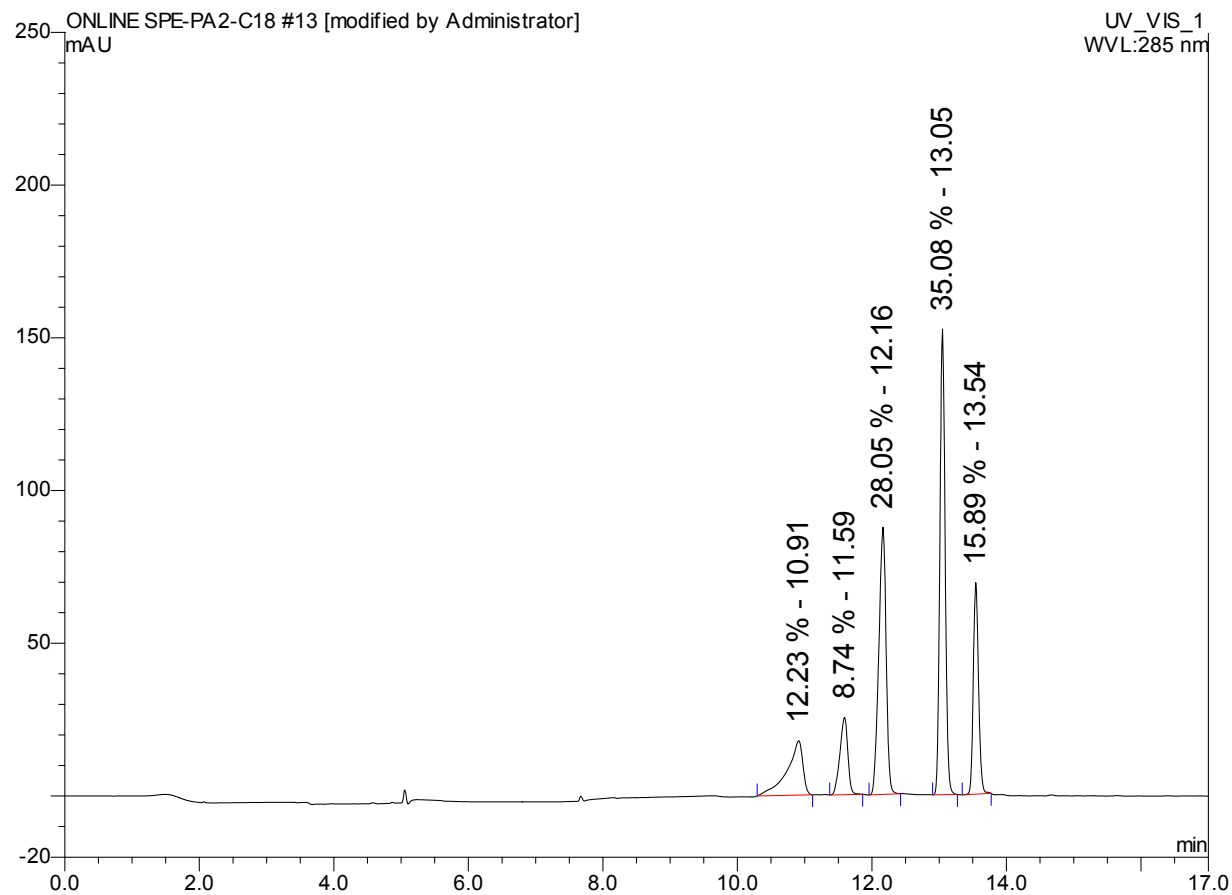


不同SPE小柱选择-NG1



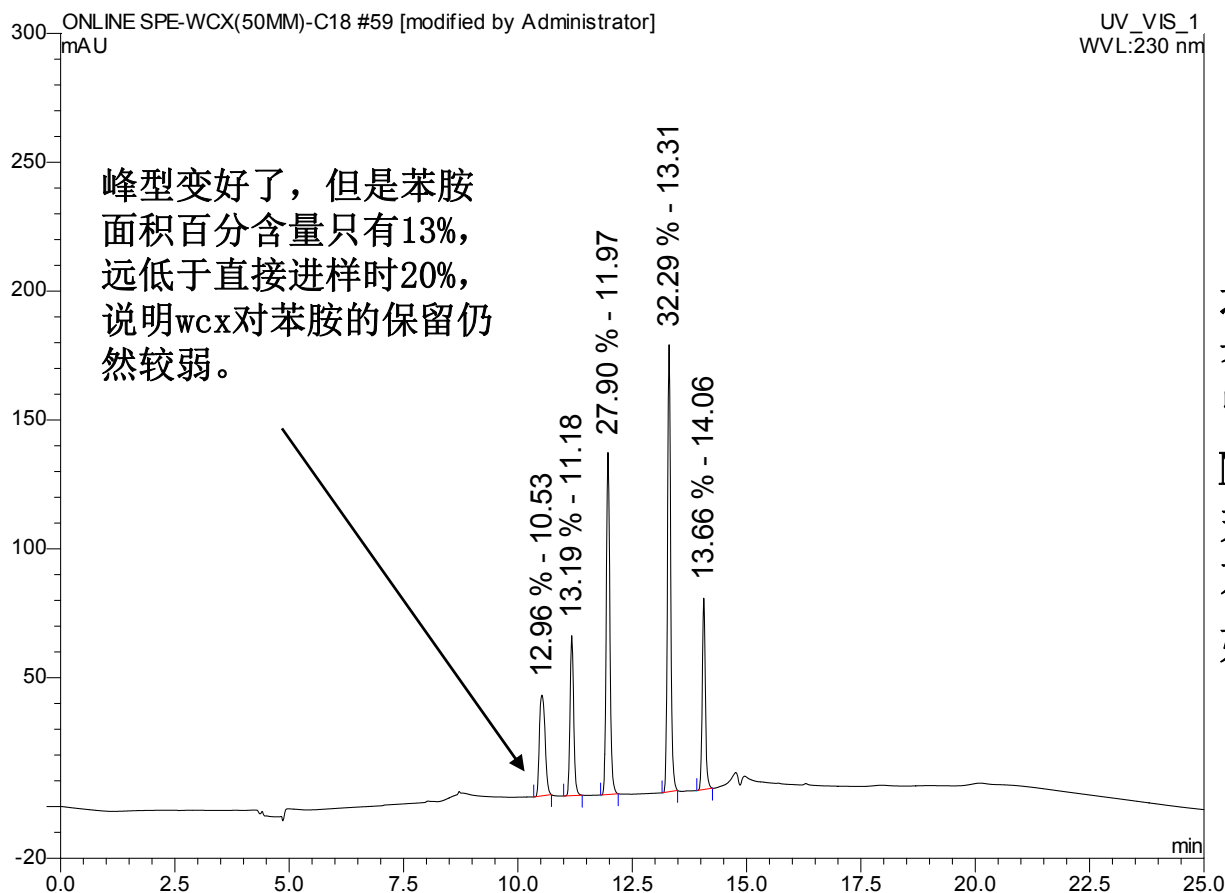
苯胺峰变形严重，且面积百分含量只有15%，造成峰变形的可能原因是苯胺在上样过程中就已经在SPE小柱上开始被洗脱。

不同SPE小柱选择-PA2



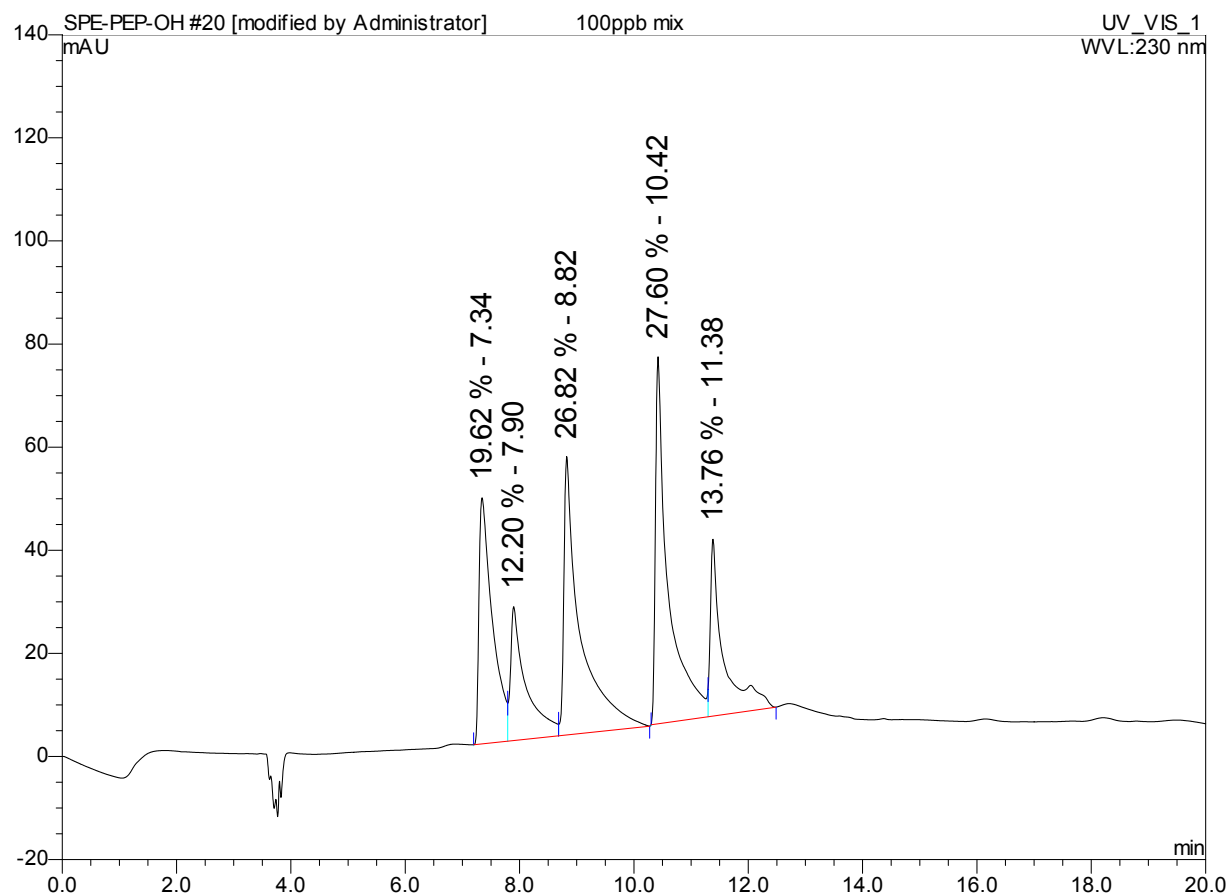
PA2柱为SPE小柱时，结果类似于NG1小柱

不同SPE小柱选择-WCX



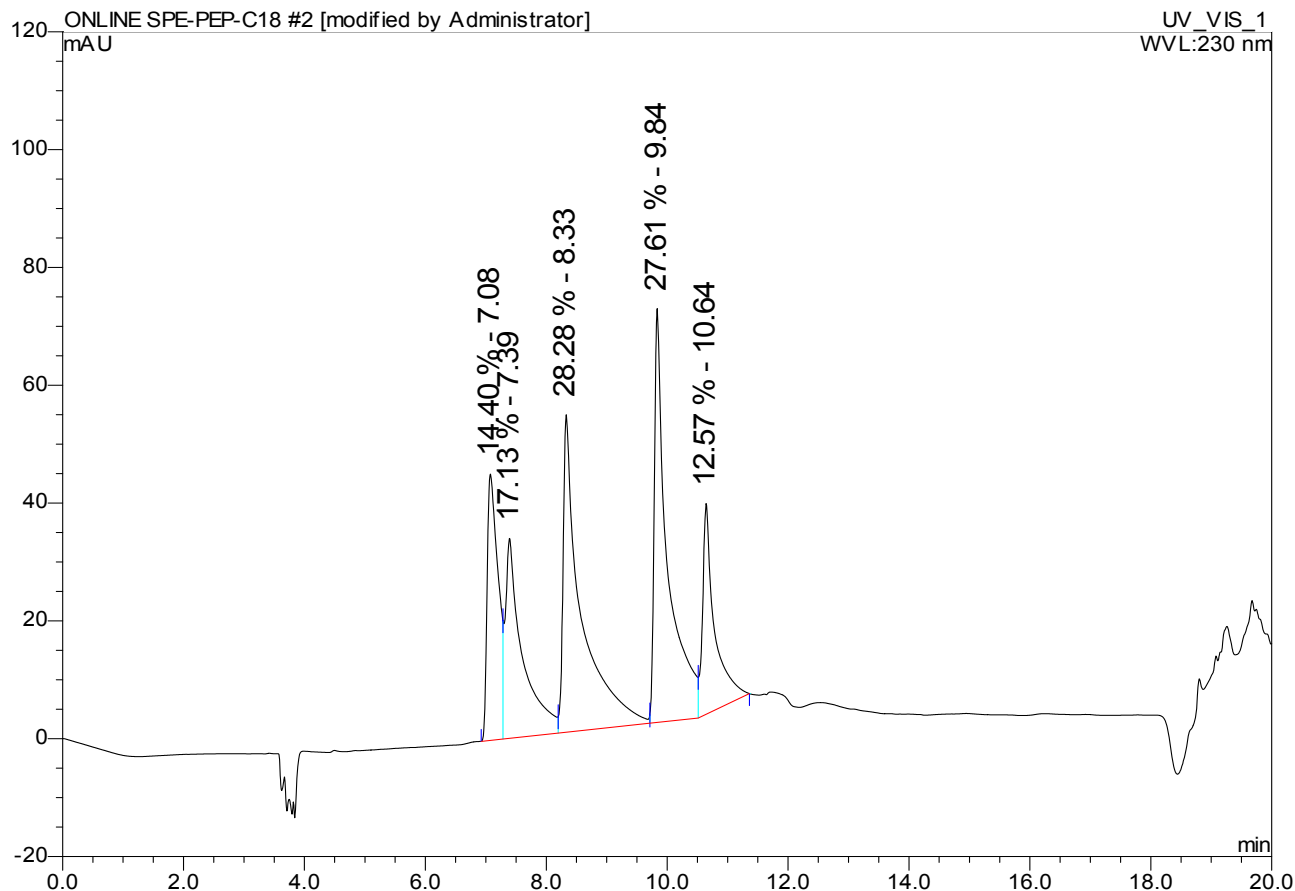
选用WCX柱为SPE小柱，目的是考虑以弱阳离子交换机理来保留苯胺。上样流动相改为10mM NH₄OAc (pH5.2)，但是发现苯胺的保留仍然不好，尝试了不同流动相来上样，效果都不好。

不同SPE小柱选择-PEP-OH



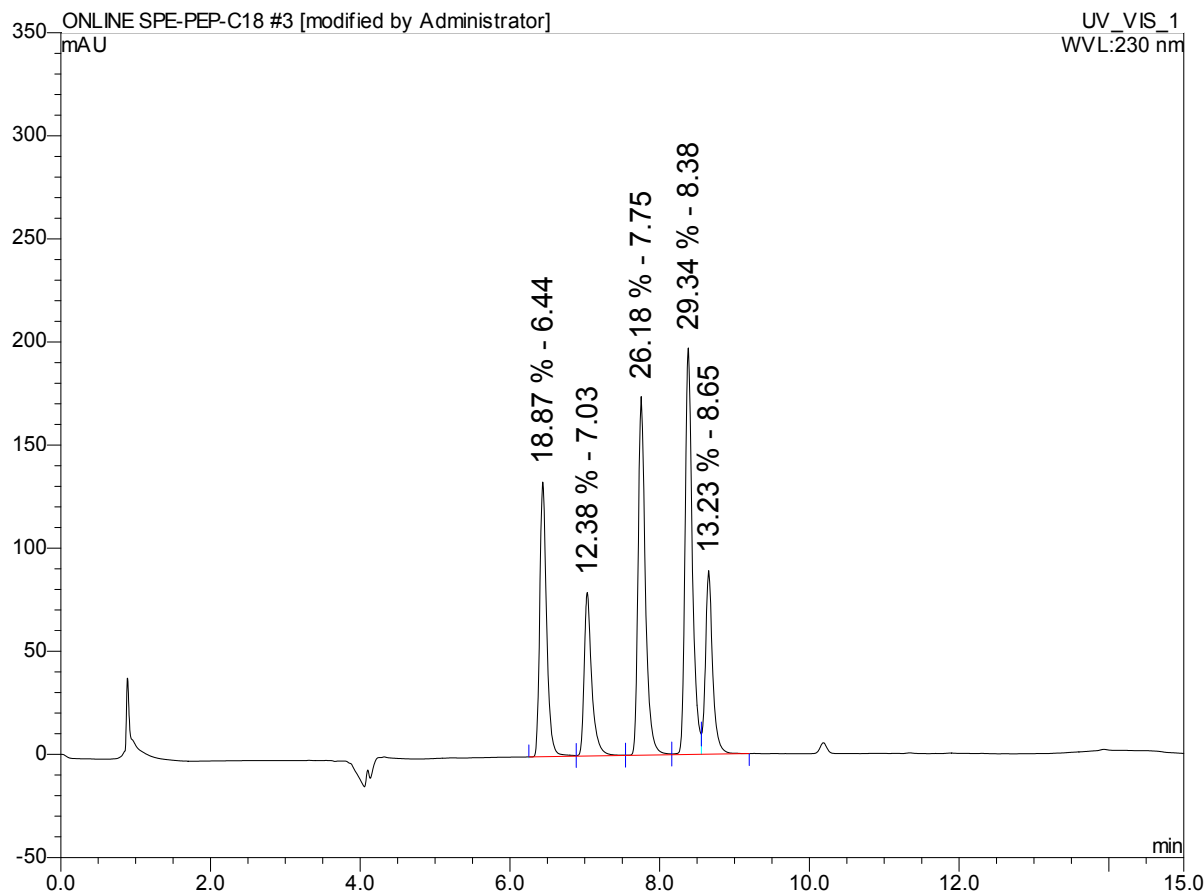
选用天津艾杰尔公司的PEP-OH柱芯作为SPE小柱，该柱填料为聚苯乙烯-二乙烯苯键合吡咯烷酮，同时又在此基础上引入NH₃和OH（填料信息是艾杰尔的人告诉的）。但是从谱图上可以看出，所有峰都拖尾，说明SPE小柱对苯胺类化合物保留太强，冲洗用的流动相强度不够。

不同SPE小柱选择-PEP



换了一根小柱PEP，还是艾杰尔的，填料还是聚苯乙烯-二乙烯苯键合吡咯烷酮，但是没有引入NH3和OH，对极性化合物的保留会比PEP-OH弱，但是实验结果类似PEP-OH。

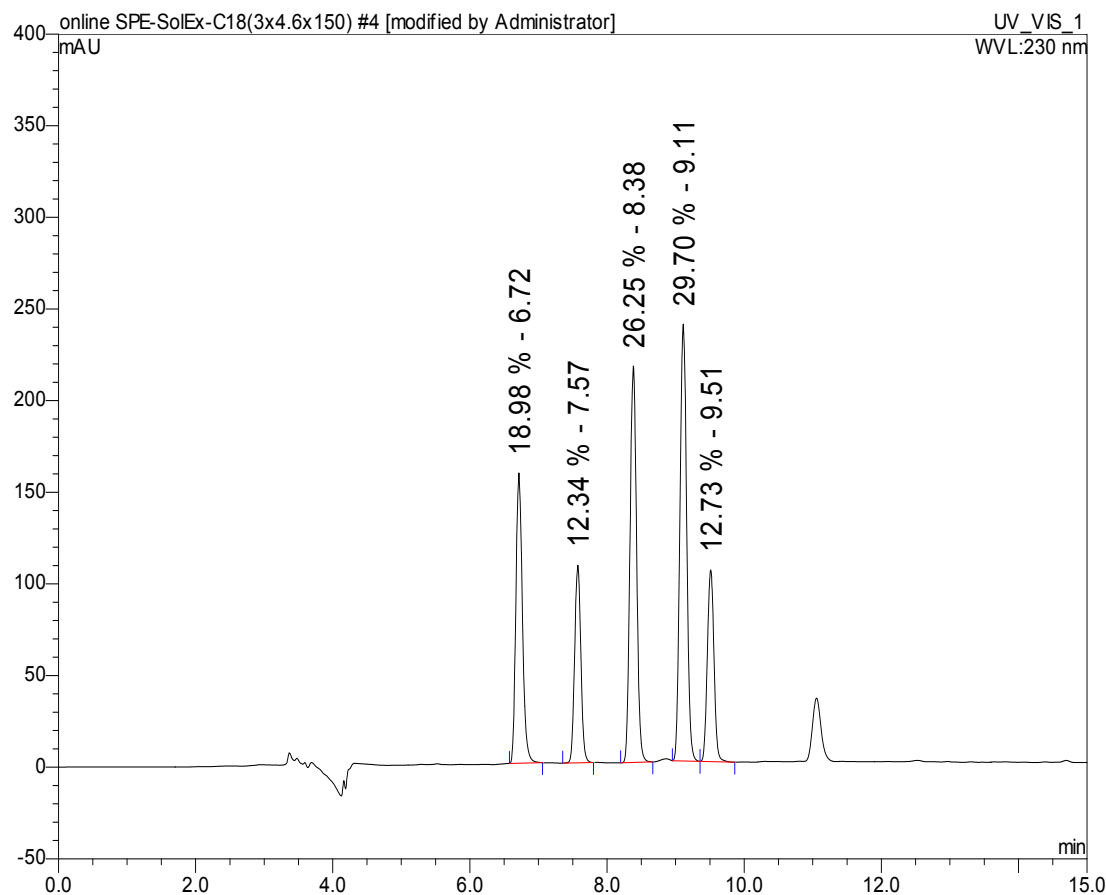
不同SPE小柱选择-PEP



为了改善峰拖尾现象，将分析用流动相的起始浓度从10%变为30%有机相，并且将甲醇变为乙腈，同时升高柱温为40C，其他条件不变，结果如图，效果非常明显。苯胺面积百分比接近20%，峰型较好。不足之处在于峰还是有一点拖尾，

Asym=1.3-1.6之间，最后两个峰没有完全基线分离。后来将温度降低到30C，结果没有多大变化，可能还是流动相洗脱强度对拖尾改善明显。

不同SPE小柱选择-SolEx

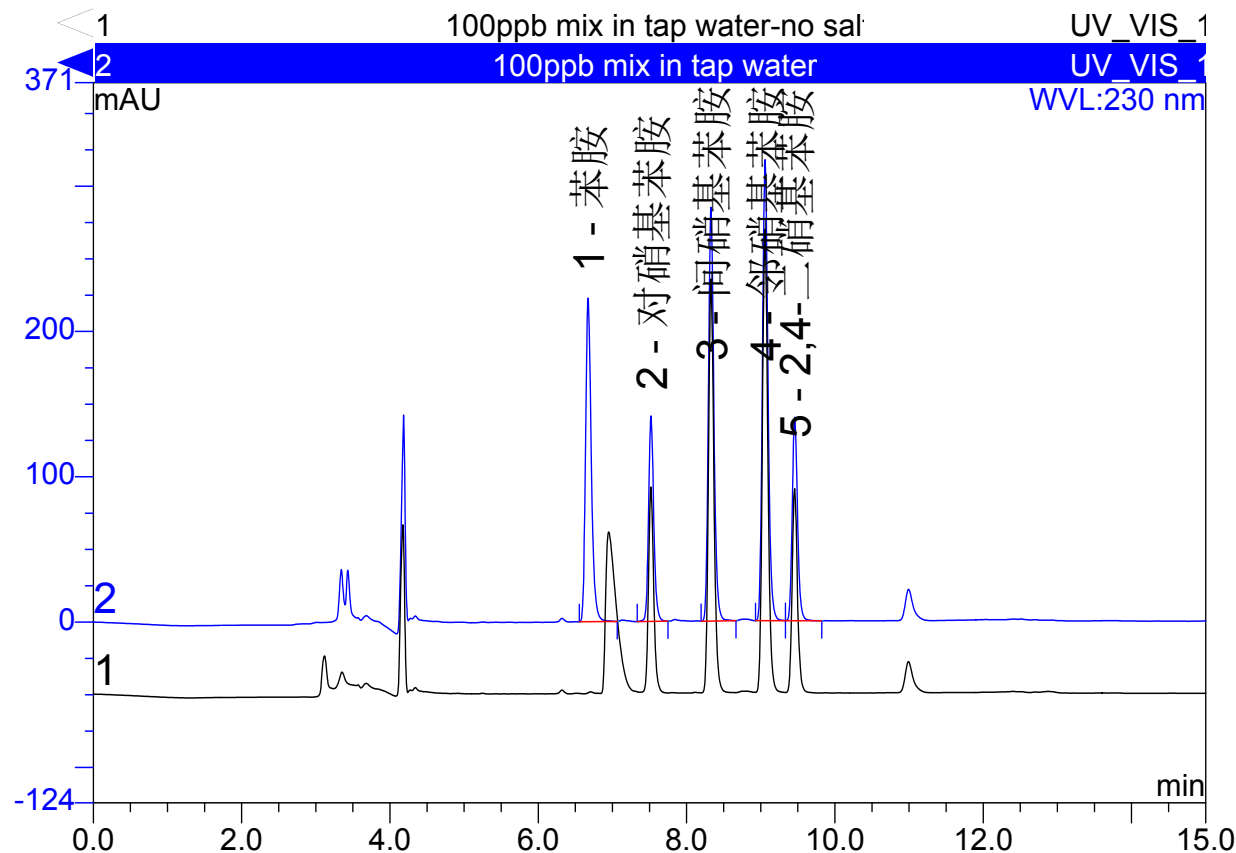


实验最终选定戴安新的在线固相萃取专用色谱柱SolEx HRP柱芯来富集苯胺，该柱为二乙烯苯聚合物键合亲水层为填料，对不同极性化合物均具有良好的富集效果，同时有很宽的pH耐受范围（pH 1-14）和溶剂兼容性。SolEx HRP对苯胺的绝对回收率接近100%。

5种苯胺类化合物- online SPE富集小柱选择结果

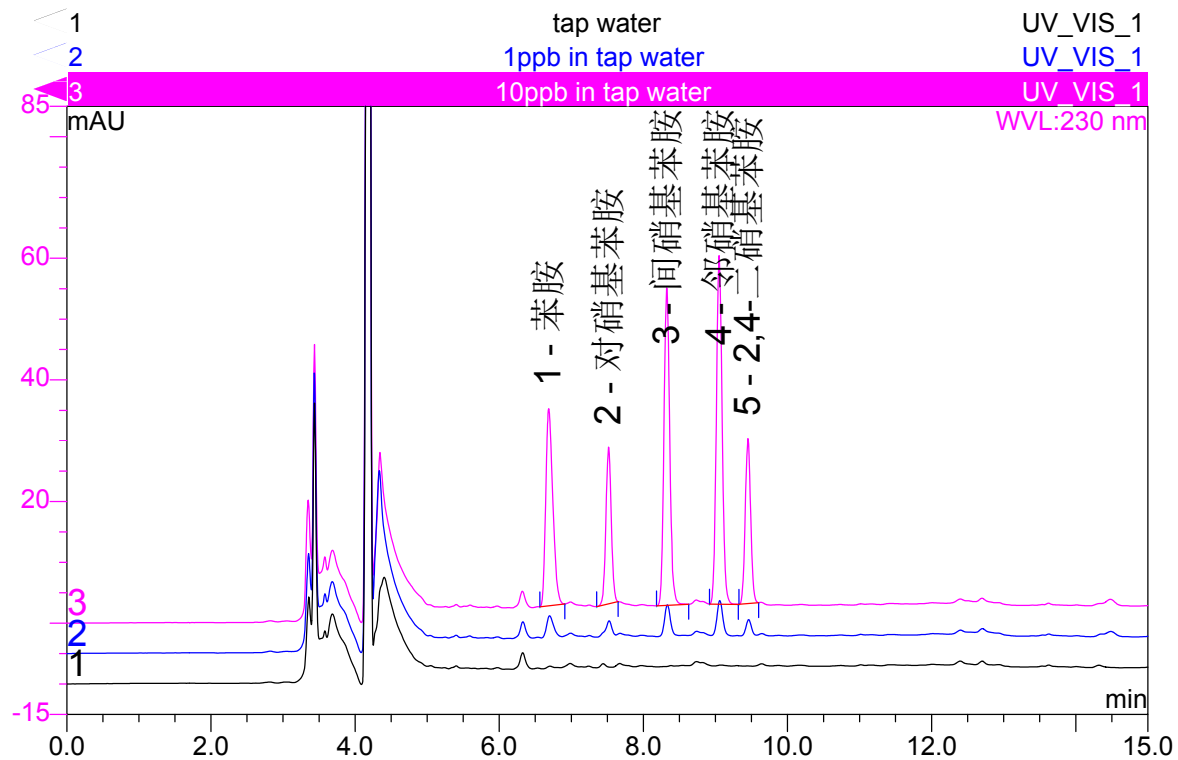
实验分析的5种苯胺类化合物中，其中苯胺与另外4种化合物性质相差较大，在固相萃取小柱上的保留最弱。使用PA2、NG1和WCX-1填料做在线固相小柱富集苯胺时，均发现苯胺有较大流失，回收率只有50%左右。文献报道采用离线固相萃取时，苯胺也存在回收率低的现象。实验最终选定戴安在线固相萃取专用色谱柱SolEx HRP柱芯来富集苯胺，该柱为二乙烯苯聚合物键合亲水层为填料，对不同极性化合物均具有良好的富集效果，同时有很宽的pH耐受范围（pH 1-14）和溶剂兼容性。SolEx HRP对苯胺的绝对回收率接近100%。

自来水样品富集小柱上样时流动相的选择



由于样品的复杂性，分析自来水加标100 $\mu\text{g/L}$ 时，若以纯水相-MeOH体系上样，样品分析时极易出现峰丢失或峰变形现象，苯胺峰出峰时间拖后且峰严重拖尾，影响定量结果（下黑线图）。用MeOH-磷酸盐缓冲液体系上样，则可排除此问题。

自来水样品及其加标最终色谱图



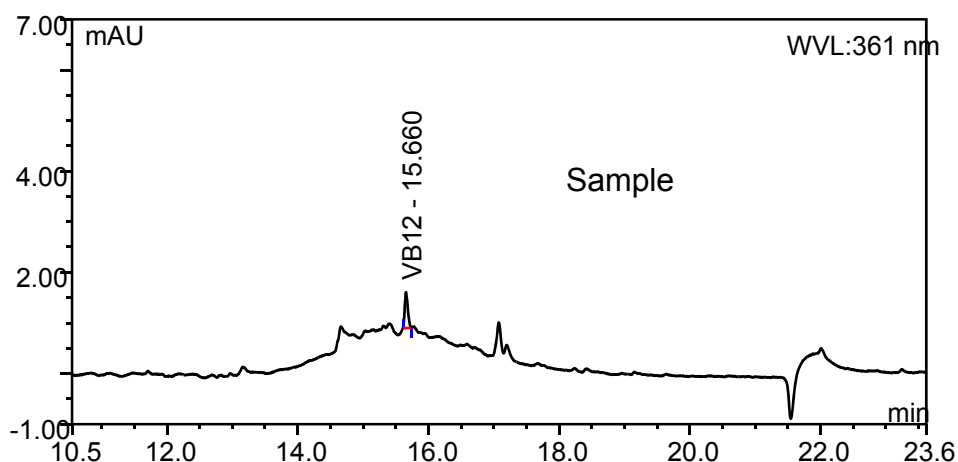
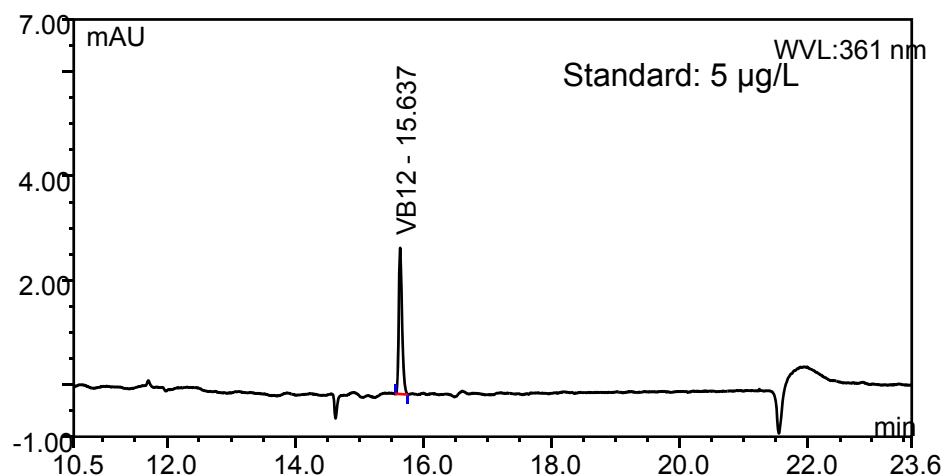
最终的色谱条件

分析柱	Acclaim C18, 120Å, 4.6*150mm*3µm, SN: 002690					
富集柱	SolEx HRP Cartridge, 2.1*20mm, 12~14µm					
柱 温	30 ° C					
流动相A	富集泵: 10 mM K ₂ HPO ₄ 缓冲溶液 (pH 6.5, 用50% H ₃ PO ₄ 调节) 分析泵: H ₂ O					
流动相B	富集泵: MeOH 分析泵: ACN					
检 测	UV@230nm					
进样量	5 mL					
梯度及阀切换	时间 (min)	富集泵 (B%)	富集泵流速 (mL/min)	分析泵 (B%)	分析泵流速 (mL/min)	阀
	0	10	2	30	1	1-2
	2	10	2	30	1	6-1
	3	70	0.5	-	-	1-2
	10	70	0.5	55	1	-
	11	10	2	70	1	-
	13	-	-	70	1	-
	15	-	-	30	1	-

在线固相萃取-高效液相色谱联用方法优点

- 苯胺类化合物是致癌物质，它对环境造成的污染随着它的广泛应用而日趋严重，因此，对这类化合物的监测已越来越受到重视。美国、日本及我国已先后把苯胺类化合物列为主要或优先监测的污染物。
- 《GB/T 5750.8-2006 生活饮用水标准检验方法 有机物指标》中采用GC和重氮偶合分光光度法只测定了生活饮用水及其水源中的苯胺。GC方法处理10L水样，最低检测限为20 $\mu\text{g/L}$ ；分光光度法处理25 mL水样，最低检测限为80 $\mu\text{g/L}$ 。《水和废水监测分析方法（第四版）》中采用分光光度法和HPLC法分别测定了5种苯胺类化合物，检测限为0.5 ~ 1.5 $\mu\text{g/L}$ 。HPLC方法相对于分光光度法可分别测定每种苯胺化合物的含量。由于水样中的苯胺含量一般都比较低，所以都需要采用固相萃取的方法对样品进行大体积的富集。
- 本方法采用在线固相萃取-高效液相色谱联用方法自动分析了自来水和池塘水中的5种痕量苯胺类化合物。方法直接进样5 mL，检测限可达0.1 — 0.2 $\mu\text{g/L}$ 。

方法开发实例3——脉动饮料中痕量VB12测定



LC conditions:

Analytical column: Acclaim PA, 120A,
3.0 *150 mm *3 µm at 30 °C

SPE column: Acclaim PA2, Guard Cartridge,
4.3 *10 mm *5 µm at 30 °C

MPA: Water MPB: ACN

Analytical pump flow: 0.6 mL/min

Loading pump flow: 1.0 mL/min

Detection: 361 nm

Injection volume: 2.0 mL

Gradient and Valve: See Shanghai Application Report

结论:

常规HPLC测定VB12的检测限为10 µg/L左右, 国标GB/T 5009.217-2008中采用免疫亲和柱离线富集后, VB12的检测限可降低至3 µg/L。达能脉动饮料中的VB12含量为1 µg/L 左右。

方法开发实例3 —— 脉动饮料中痕量VB12测定

- 梯度

分析泵		富集泵		阀	
Time (min)	B%	Time (min)	B%	Time (min)	位置
0	3	0	3	0	1-2
10	3	12	3		
19.8	40	13	90	10	6-1
20	90	18	90		
25	90	18.1	3	13	1-2
		25	3		

说明：0－10min：富集泵富集，分析泵平衡；10－13：将富集柱VB12切到分析柱；13－25min：富集泵冲洗平衡，分析泵分析VB12。

保健食品中的维生素B12的测定

— GB/T 5009.217-2008

5.2.2 富集、净化

维生素 B₁₂ 免疫亲和净化柱先用 10 mL 水淋洗小柱中未键合的化合物,吸取 20 mL(5.2.1)提取液上样到净化柱上,再用 3 mL 甲醇洗脱维生素 B₁₂ 至蒸发皿中,整个过程速度约为 1 滴/s。于 60 °C ~ 70 °C 水浴中蒸干溶剂,用 1 mL 0.025% 的三氟乙酸溶液溶解,溶液过 0.45 μm 水系滤膜,待高效液相



$$20 \text{ mL} \times 1/50 = 0.4 \text{ mL}$$

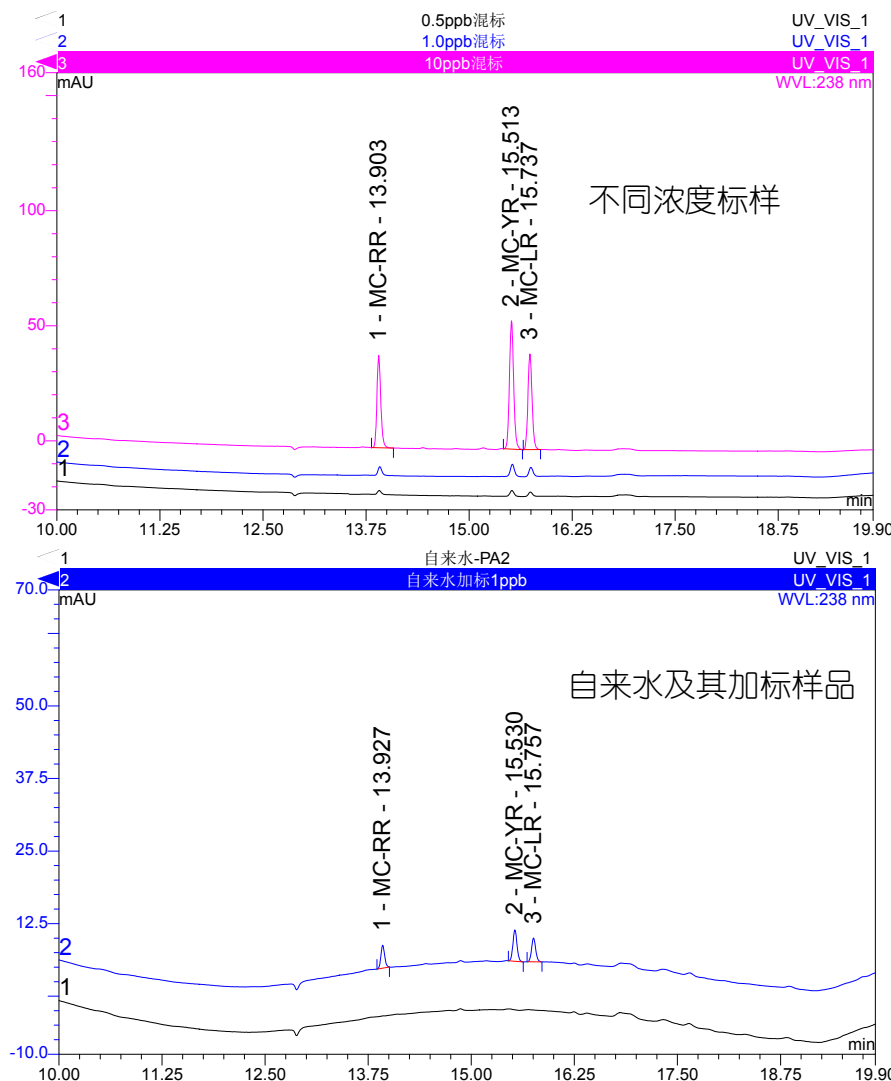
在线方法: 2 mL 样品

1mL ~~待测样~~

全部进入分析柱



方法开发实例4 -在线固相萃取-高效液相色谱测定 水样中痕量微囊藻毒素



分析柱: Acclaim PA2, C18, 4.6*150 mm*3 μ m ,

富集柱: Acclaim PA Cartridge, 4.3*10mm*5 μ m

柱 温: 30 ° C

流动相A: 富集泵: 20 mM KH₂PO₄缓冲溶液 (pH 2.5 , 用 50% H₃PO₄调节)

分析泵: 20 mM KH₂PO₄缓冲溶液 (pH 2.5 , 用50% H₃PO₄调节)

流动相B: 富集泵: MeOH

分析泵: CAN

流 速: 富集泵: 2.0 mL/min

分析泵: 1.0 mL/min

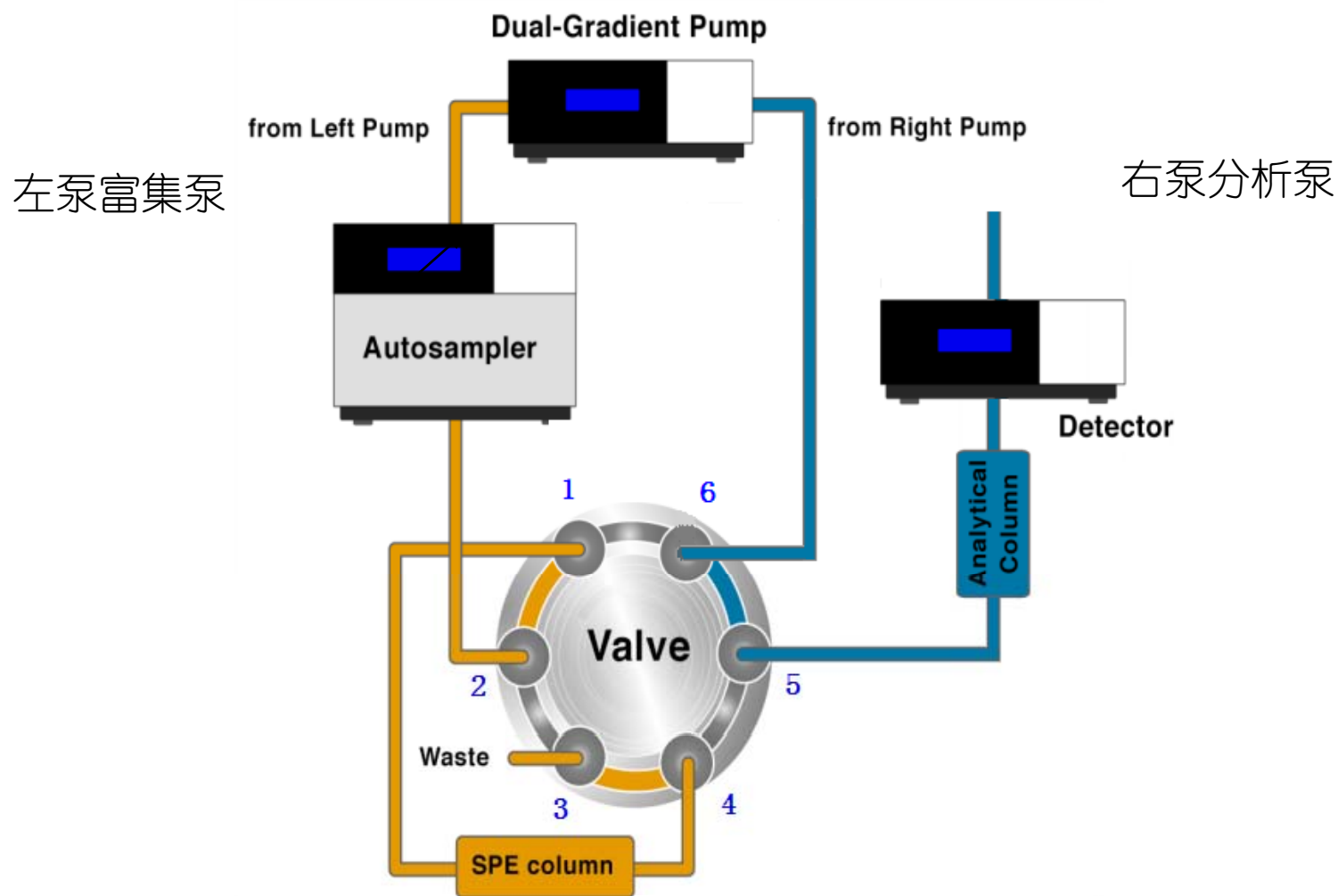
检 测器: UV@238nm

进样量: 10 mL

GB/T 20466 2006中将过滤后的1L水样通过固相萃取柱进行富集定容至0.1 mL 50% (v%) 甲醇, 浓缩液用HPLC-UV检测, 检出限为0.1 μ g/L。

本方法直接进样10mL样品即可达到0.1 μ g/L的检出限。实现了自动化样品在线前处理和测定, 既节省了时间、又避免了接触大量有机溶剂, 大大提高了分析效率。

方法开发实例4 -在线固相萃取-高效液相色谱测定 水样中痕量微囊藻毒素



方法开发实例4 -在线固相萃取-高效液相色谱测定 水样中痕量微囊藻毒素

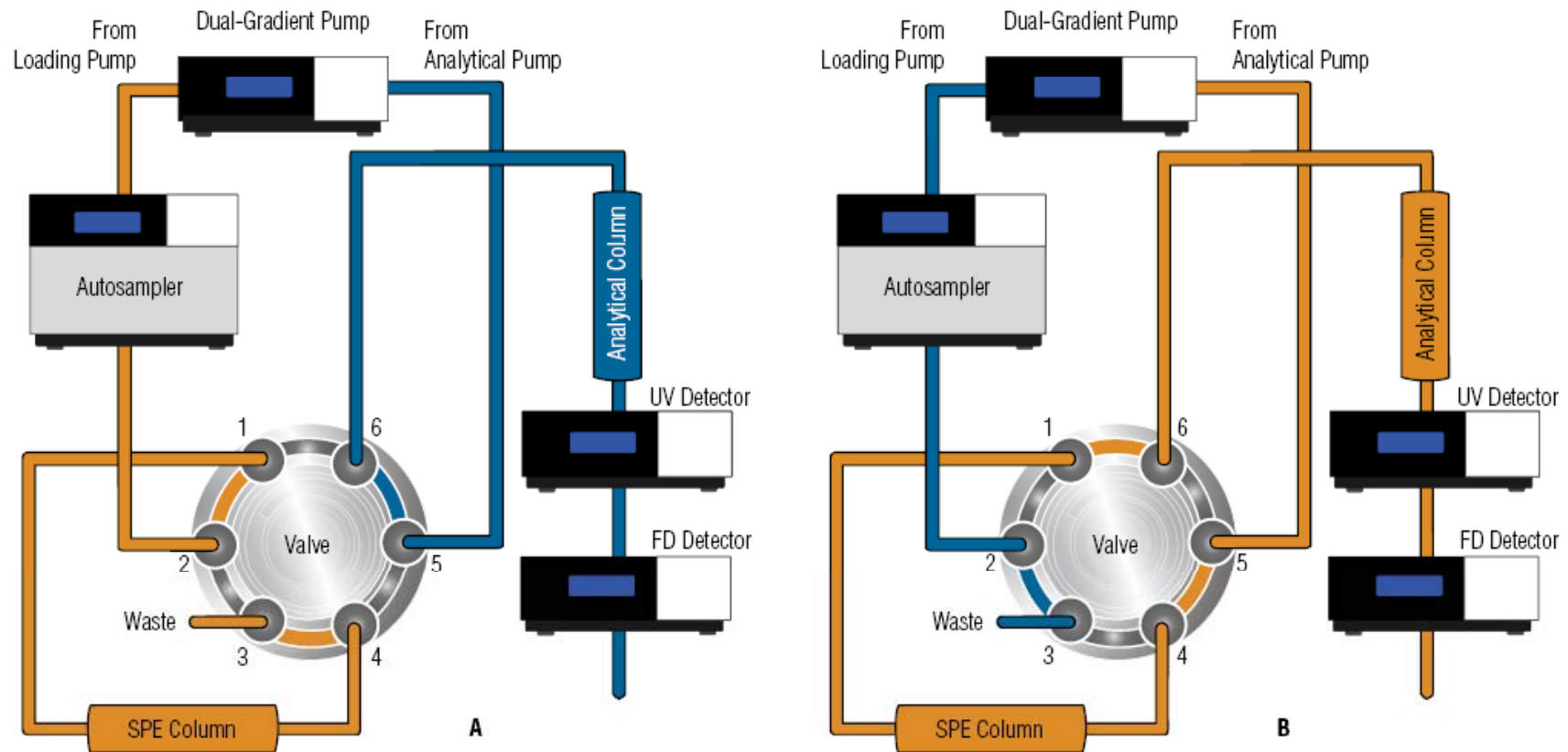
分析泵和富集泵梯度及阀切换

时间 (min)	富集泵 (B%)	时间 (min)	分析泵 (B%)	时间 (min)	阀
0	20	0	20	0	1-2
4	20	7	20	7	6-1
10	50	15	50	11	1-2
11	70	17	50		
16	70	18	70		
17	20	20	70		
20	20				

方法开发实例5：环境水样品中多环芳烃（PAH）的分析

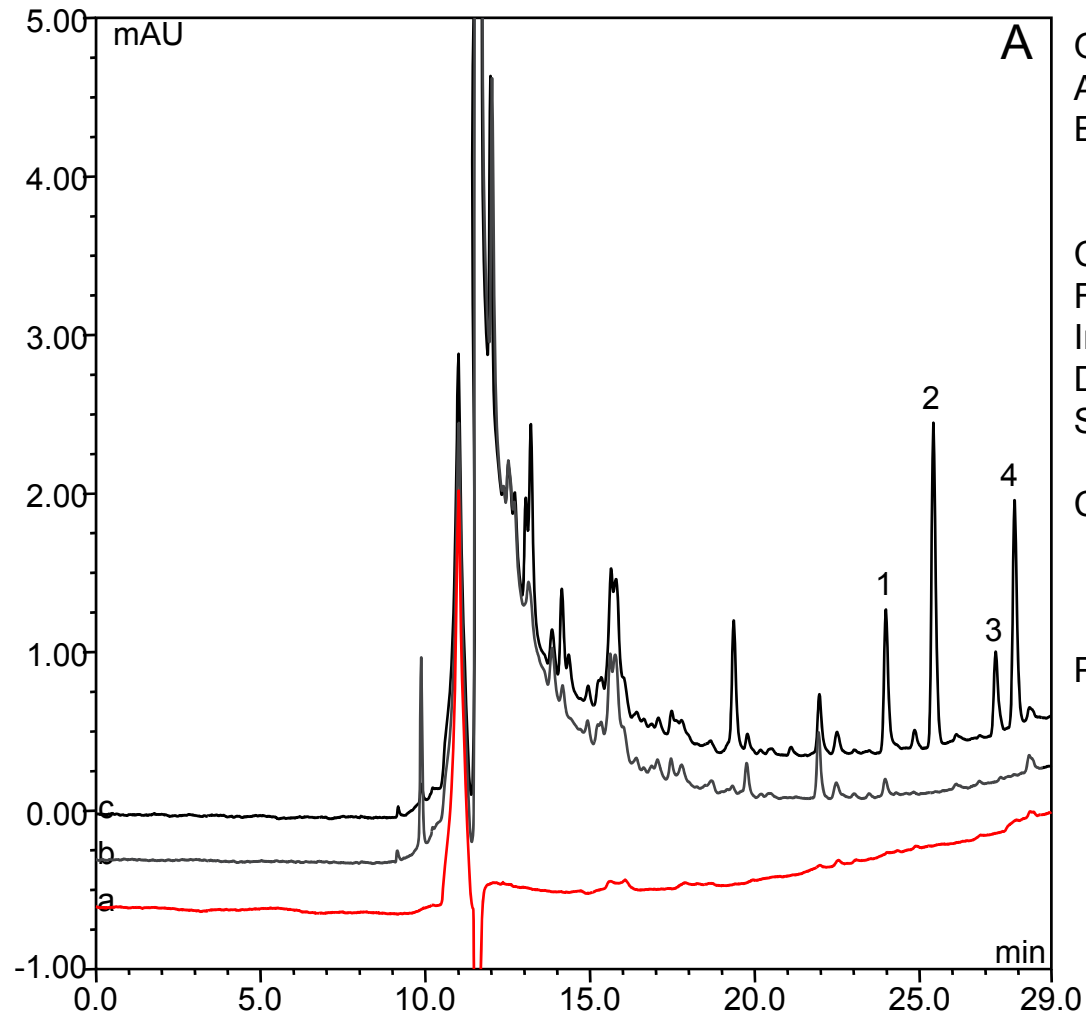
- 背景：
 - 多环芳烃（PAH）于其毒性及致癌作用，是各国环境监测部门必检的项目之一
 - **EPA Method 550.1** 是一种液相色谱的方法，它规定了水中 **16** 种要被监测的 PAH
 - 由于环境中样品含量低；通常都需要进行用 **SPE** 小柱进行富集、浓缩
- 含多环芳烃的环境中水样品浓缩、富集方法：
 - **EPA 方法 550.1** 中使用 **SPE** 固相萃取小柱，处理 **1** 升水样品；用二氯甲烷洗提浓缩；再用**3mL**乙腈置换最后再浓缩，最后用乙腈定容至 **0.5 mL**
 - 按 **EPA 方法 550.1** 的规定，前四个峰用紫外检测而后面的峰用荧光检测

自来水中 PAH 分析的仪器配置及原理图



* 自动进样器安装2.5mL进样组件；使用10mL样品瓶

紫外检测：空白、样品及加标样品的比较



Online SPE: Acclaim® PA II (3 μ m, 4.6 $\times$ 50 mm)
Anal Column: Supelcosil™ LC-PAH, 4.6 $\times$ 250 mm
Eluents: A) Water
B) ACN
for both loading and analysis pumps

Column Temp.: 20 °C

Flow Rate: 1.0 mL/min

Injection Vol.: 2.0 mL on the SPE column

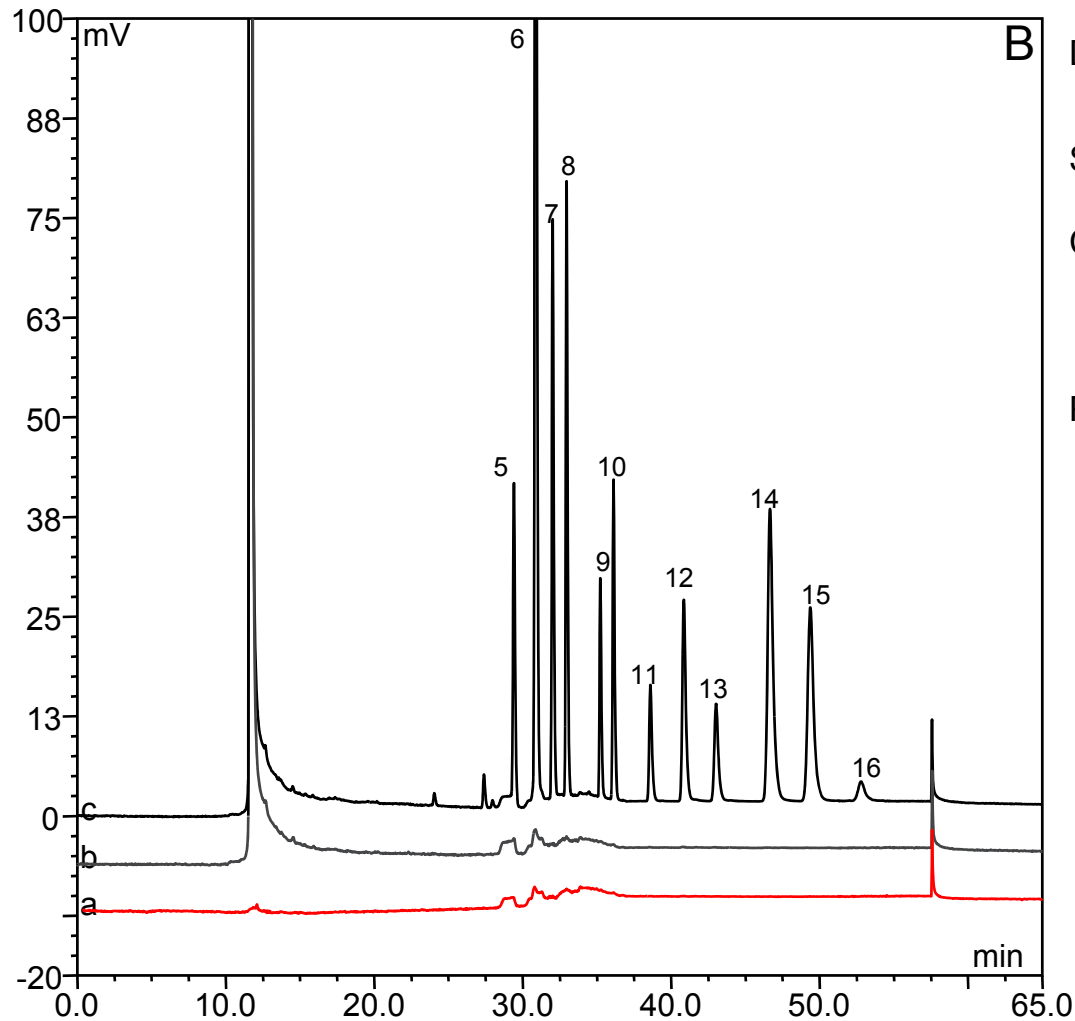
Detection: UV on 254 nm

Sample: Tap water spiked the PAHs
standards mix

C-grams: a- Blank
b- tap water
c- tap water spiked with PAH
standard mix

Peaks:	μ g/L
1. Naphthalene	5.0
2. Acenaphthylene	10
3. Acenaphthene	5.0
4. Fluorene	1.0

荧光检测：空白、样品及加标样品的比较



Detection: Fluorescence at difference EX/EM

wavelength

Sample: Tap water spiked the PAHs
standards mix

C-grams: a- Blank
b- tap water
c- tap water spiked with PAH
standard mix

Peaks:	µg/L
5. Phenanthrene	0.5
6. Anthracene	0.5
7. Fluoranthene	1.0
8. Pyrene	0.5
9. Benzo(a)anthracene	0.5
10. Chrysene	0.5
11. Benzo(b)fluoranthene	1.0
12. Benzo(k)fluoranthene	0.5
13. Benzo(a)pyrene	0.5
14. Dibenzo(a,h)anthracene	1.0
15. Benzo(g,h,i)perylene	1.0
16. Indeno(1,2,3-cd)pyrene	0.5

Online SPE-LC Applications---环境应用-8个

- **AN191** 饮用水和瓶装矿泉水中**酚类**的分析（**HPLC-UV**）
- **AN213** 自来水中**多环芳烃类**化合物的分析（**HPLC-UV-FD**）
- **AN219** 处理后的废水中**LAS（线性烷基苯磺酸）**表面活性剂的分析（**HPLC-UV-FD**）
- 水样中**13种抗生素**的测定（**HPLC-MS**）
- 环境水样中**邻苯二甲酸酯**的测定（**HPLC-UV**）
- 环境水样中痕量**微囊藻毒素**的测定（**HPLC-UV**）
- 环境水样中痕量**莠去津**的测定（**HPLC-UV**）
- 水样中痕量**2,4-D & 2,4,5-T herbicide acids** 的测定

Online SPE-LC Applications---食品和饮料应用-6

个

- **AN196** 食用油中**多环芳烃类**化合物的分析（**HPLC-FD**）
- 白兰地酒中**多环芳烃类**化合物的分析（**HPLC-FD**）
- 牛奶中**盘尼西林G**的分析（**HPLC-UV**）
- 达能脉动饮料中痕量**VB12**的测定（**HPLC-UV**）
- 鱼和鸡肉中**喹诺酮**的测定（**Taiwan**）（**HPLC-UV**）
- 奶制品中痕量 **三聚氰胺**的测定

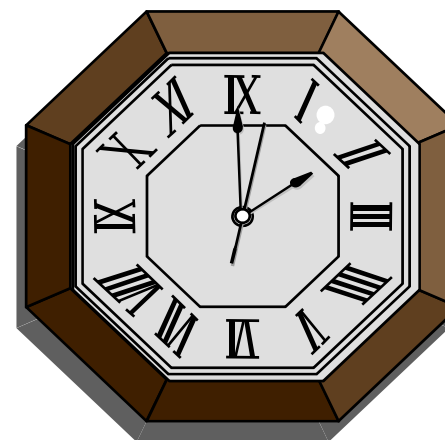
Online SPE-LC Applications---工业应用-2个

- 纺织品中线性十二烷基苯磺酸盐(LAS)的分析 (HPLC-UV)
- 聚合物中偶氮二异丁腈 (AIBN) 的分析 (HPLC-UV)

Online SPE-LC Applications---代谢应用-5个

- 人血浆中**抗真菌药**的分析（HPLC-UV）
- 人血浆中**非索非那定**的分析（HPLC-MS/MS）
- 人血浆中**苯苄醇**的分析（HPLC-UV）
- 老鼠血浆中**杀菌灵**的分析（HPLC-MS/MS）（Singapore）
- 老鼠血浆中**氢氯噻嗪和尼群地平**的分析（HPLC-UV）

非常感谢各位来宾！



我们的网址: www.thermoscientific.com/dionex